

Aus der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie

Geschäftsführende Direktoren:

Frau Univ.-Prof. Dr. med. Fuchs-Winkelmann

Herr Univ.-Prof. Dr. med. Ruchholtz

des Fachbereichs Medizin der Philipps- Universität Marburg

Titel der Dissertation:

**„Mittelfristige Ergebnisse eines zellfreien Implantates
aus Polyurethan“**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin

vorgelegt von:

Linda Pollkläsener aus Gütersloh

Marburg, 2020

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

am 20.11.2020

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: i.V. der Prodekan Prof. Dr. R. Müller

Referent: Herr PD Dr. med K.-F. Schüttler

Koreferent: Herr Prof. Dr. D. Bartsch

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
1 Einleitung und Zielsetzung.....	1
1.1 Einleitung.....	1
1.2 Definition	2
1.3 Anatomie der Kniegelenksmenisken	3
1.3.1 Verankerung des Innenmeniskus.....	4
1.3.2 Verankerung des Außenmeniskus	5
1.3.3 Durchblutung und Innervation.....	5
1.3.4 Biomechanik und Funktion der Menisken.....	6
1.3.5 Bewegungsumfang	7
1.4 Klassifikation	7
1.5 Epidemiologie der Meniskusverletzung.....	8
1.6 Diagnostik von Meniskusverletzungen	8
1.7 Grundlagen der Therapie der Meniskusläsion	9
1.7.1 Konservative Therapie.....	9
1.7.2 Operative Therapie	10
1.7.3 Meniskusersatz	11
1.7.4 Komplikationen	12
1.8 Die Meniskuserkrankung in der Geschichte der Medizin.....	13
1.9 Zielsetzung.....	16
2 Material und Methoden.....	16
2.1 Studienaufbau	17
2.2 Studienkollektiv	17
2.2.1 Patientenkollektiv	17
2.2.2 Einschlusskriterien.....	18
2.2.3 Ausschlusskriterien.....	18
2.2.4 Studienabbruch	18
2.3 Material.....	18
2.4 Studiendurchführung.....	19
2.4.1 Operationstechnik.....	19
2.4.2 Rehabilitation.....	19
2.4.3 Nachuntersuchungen	20
2.5 Untersuchungsmethoden.....	20
2.5.1 MRT-Untersuchung.....	20

2.5.2	Die Fragebögen.....	24
2.5.3	Die körperliche Untersuchung.....	26
2.6	Auswertung.....	27
2.7	Statistik.....	27
2.7.1	Hypothesenaufstellung.....	28
2.7.2	Angewandte statistische Verfahren.....	28
3	Ergebnisse.....	29
3.1	Patientenkollektiv.....	29
3.1.1	Therapieversager.....	29
3.2	Klinische Untersuchungen.....	30
3.2.1	Visuelle Analogskala.....	30
3.2.2	UCLA.....	31
3.2.3	KOOS Evaluation.....	32
3.2.4	WOMAC Evaluation.....	37
3.2.5	Knee Society Score.....	39
3.3	Radiologische Ergebnisse.....	41
3.3.1	Morphologie.....	41
3.3.2	Interface.....	42
3.3.3	ICRS.....	43
3.3.4	Knochenläsionen.....	46
4	Diskussion.....	48
4.1	Allgemeine Diskussion.....	48
4.1.1	Therapieversager.....	53
4.2	Methodenkritik.....	54
4.3	Klinische Relevanz.....	55
5	Zusammenfassung.....	57
6	Abstract.....	59
7	Literaturverzeichnis.....	61
8	Danksagung.....	69
9	Verzeichnis der akademischen Lehrer.....	70
10	Anhang.....	71

Abkürzungsverzeichnis

In der Reihenfolge des Auftretens:

-	bis
%	Prozent
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
cm	Zentimeter
°	Grad
ISAKOS	Internaional Society of Arthroscopy, Knee Surgery and Orthopeadic Sports Medicine
s.	siehe
CMI	Collagen Meniskus Implantat
®	eingetragenes Warenzeichen
BMI	Body Mass Index
>	größer als
MRT	Magnetresonanztomographie
MR	Magnetresonanz
VAS	Visuelle Analogskala
KOOS	Knee Osteoarthritis Outcome Score
UCLA	University of California at Los Angeles Activity Score
KSS	Knee Society Score
ICRS	International Cartilage Regeneration and Joint Preservation Society
≤	Kleiner gleich
±	Plus /Minus

mm	Milimeter
G	Gauge
T-MRT	Tesla- Magnetresonanztomographie
<	kleiner
WOMAC	The Western Ontario and McMasters Universities Osteoarthritis Index
x	Variable
p	Signifikanz
IBM SPSS	International Business Machines Corporation Statistical Package for the Social Sciences
HTO	Hohe tibiale Osteotomie
=	gleich
n	Populationsgröße
vs.	gegenübergestellt
präOP	präoperativ
T	Students-Test
df	Freiheitsgrade
Sig.	Signifikanz
IKDC- Score	International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form
Z.n.	Zustand nach

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.: Tibiaplateau mit aufliegenden Menisken sowie Anheftungsstellen von Menisken mit Kreuzbändern aus Prometheus Lernatlas [88] Rechtes Tibiaplateau in der Ansicht von proximal nach Durchtrennung der Kreuz- und Kollateralbänder, sowie Entfernung des Oberschenkelknochens: Sichtbar sind die dem Tibiaplateau aufliegenden Menisci mit ihren Anheftungsstellen.	4
Abbildung 2.: Einteilung der Meniskusläsionen gemäß ISAKOS aus Orthopädie und Unfallchirurgie uptodate [26].....	8
Abbildung 3.: Mittelwerte der Schmerzen in der Visuellen Analogskala in dem Zeitraum präoperativ bis 6 Jahre postoperativ	30
Abbildung 4.: Entwicklung der sportlichen Aktivität in dem Zeitraum präoperativ bis 6 Jahre postoperativ	32
Abbildung 5.: Mittelwerte der im KOOS erfassten Daten für Schmerzen und Symptome im Kniegelenk , Aktivität im täglichen Leben, sportliche Aktivität sowie Lebensqualität für den Zeitraum präoperativ bis 6 Jahre postoperativ.....	36
Abbildung 6.: Mittelwerte der im WOMAC ermittelten Daten für Schmerz, Steifheit und Symptome im Kniegelenk für den Zeitraum präoperativ bis 6 Jahre postoperativ.....	39
Abbildung 7.: Mittelwerte der Ergebnisse im KSS im Zeitraum präoperativ bis 6 Jahre postoperativ.....	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.: Radiologische Klassifikation der Arthrose nach Kellgren und Lawrence [63]	12
Tabelle 2.: Einteilung der Oberflächen der Menisken nach Genovese [39]	21
Tabelle 3.: Einteilung der Morphologie und Größe der Menisken nach Genovese [39]	21
Tabelle 4.: Einteilung der Signalintensität der Scaffolds nach Genovese [39]	22
Tabelle 5.: Klassifikation nach Lynch für Knochenläsionen [70]	22
Tabelle 6.: Einteilung der Meniskusläsionen nach Reicher [81]	23
Tabelle 7.: International Cartilage Regeneration & Joint Preservation Society Klassifikation	23
Tabelle 8.: Students-Tests der Visuellen Analogskala	31
Tabelle 9.: Students-Tests für den UCLA	32
Tabelle 10.: Students-Test für KOOS Schmerzen	33
Tabelle 11.: Students-Test KOOS Symptome	34
Tabelle 12.: Students-Test KOOS Aktivität des täglichen Leben	34
Tabelle 13.: Students-Test KOOS Sport und Freizeit	35
Tabelle 14.: Students- Tests KOOS Lebensqualität	36
Tabelle 15.: Students-Test WOMAC Schmerzen	37
Tabelle 16.: Students- Tests WOMAC Steifigkeit	38
Tabelle 17.: Students- Tests WOMAC körperliche Aktivität	38
Tabelle 18.: Students- Test Knie Score	40
Tabelle 19.: Students- Test Funktions-Score	40
Tabelle 20.: Verteilung der Morphologie der Menisken nach Genovese	42
Tabelle 21.: Chi- Quadrat- Test Morphologie	42
Tabelle 22.: Verteilung der Oberfläche der Menisken nach Genovese	43
Tabelle 23.: Chi-Quadrat-Test Interface	43
Tabelle 24.: Verteilung des Knorpelstatus nach ICRS	44
Tabelle 25.: Chi-Quadrat-Test ICRS mediotibial 6 Monate vs. 6 Jahre	44
Tabelle 26.: Chi-Quadrat- Test ICRS mediofemoral 6 Monate vs. 6 Jahre	45
Tabelle 27.: Chi-Quadrat-Test ICRS präoperativer Status vs. 6 Jahre	45
Tabelle 28.: Verteilung der Befunde der Knochenläsionen nach Lynch	46
Tabelle 29.: Chi-Quadrat- Berechnung für Knochenläsionen mediotibial	46
Tabelle 30.: Chi-Quadrat- Test für Knochenläsion mediofemoral	47
Tabelle 31.: Verteilung der Signalintensität nach Genovese	47
Tabelle 32.: Chi-Quadrat-Berechnung für die Signalintensität des Scaffolds	48

1 Einleitung und Zielsetzung

1.1 Einleitung

Der Meniskus dient als wichtiger Stabilisator und Stoßdämpfer durch die Umwandlung von Druckbelastung in Zugbelastung. Er soll das Knie vor einer Überbelastung schützen. Eine Schädigung des Meniskus führt zu einer verminderten Kontaktfläche und es kann kein ausreichender Druckausgleich mehr stattfinden. Der Meniskus kann sich durch die ungenügende zentrale Gefäßversorgung nicht regenerieren und als Folge kommt es zu einer Osteoarthritis. Die erhöhte Inzidenz der Gonarthrose in deutschen Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen verglichen mit anderen Krankheitsbildern resultiert aus Risikofaktoren wie dem Alter, Adipositas, einer Verletzung und Über- oder Fehlbelastung des Kniegelenkes [15]. Sportliche aktive Patienten haben ein erhöhtes Verletzungsrisiko[7]. Primäre degenerative Veränderungen treten nach der Framingham-Studie vermehrt im Alter von 50-90 Jahren auf [29].

Die Meniskusläsion ist eine Schädigung von Meniskusgewebe, die zu Schmerzen und einer Funktionseinschränkung des Kniegelenkes führt. Je nach Lokalisation und Genese der Läsion variiert die Art der Therapie von konservativ bis chirurgisch [63]. Dabei werden traumatische Meniskusläsionen fast immer operiert. Degenerative Läsionen werden konservativ therapiert. Nach einer partiellen Meniskektomie kann es zu persistierenden Schmerzen und Funktionseinschränkungen kommen. Dadurch können sekundäre degenerative Veränderungen auftreten, oft bereits 10- 20 Jahre früher als die altersbedingte Osteoarthritis [31].

Die Patienten fordern, ob jung oder alt, ihre Leistungsfähigkeit wiederzuerlangen. Aus diesem Grund gewinnen Therapieoptionen, die in regenerierbaren Meniskusgewebe resultieren, immer mehr an Bedeutung und sind Gegenstand der aktuellen wissenschaftlichen Forschung.

1.2 Definition

Das Postmenishektomie-Syndrom wurde zuerst von Fairbanks beschrieben. Er erkannte radiologische Veränderungen des Kniegelenkes nach kompletter Menishektomie [31]. Besteht eine komplexe nicht wiederherstellbare Meniskusruptur oder war die konservative Therapie frustan, ist dies eine Indikation zur partiellen Menishektomie [75]. Durch den Verlust des Meniskus kommt es zu einer Instabilität aufgrund der vermehrten Belastung des Kniegelenkes und Fortschreiten der Arthrose. Die Betroffenen klagen über persistierende Symptome.

Meniskusläsionen können aufgrund einer traumatischen oder degenerativen Genese entstehen [9]. Sie führt zu Schmerzen bei Belastung, bei Drehbewegungen und Funktionseinschränkungen.

Eine traumatische Verletzung wird typischerweise durch eine Rotationsbewegung ausgelöst, bei welcher der Fuß fixiert ist. Es ist eine häufige Sportverletzung beim Fußball oder Skifahren und tritt daher gehäuft bei sportlich aktiven, jungen Menschen auf. Meniskusläsionen können isoliert oder in Kombination mit einer Bandverletzung auftreten. Liegt bereits ein instabiles Kniegelenk vor, da ein Kreuzband verletzt ist, erhöht dies das Risiko einer Meniskusverletzung [11] .

Die primäre Degeneration des Meniskus ist definiert als vorzeitige Meniskusschädigung ohne Nachweis eines Traumas. Langfristig erhöht die Degeneration jedoch das Risiko eines Meniskusrisses. Die Degenration ist oft Folge von Achsenfehlstellung, Überbelastung der Menisken sowie metabolischer Störungen [82, 95]. Eine solche Degeneration kann bereits ab dem 40. Lebensjahr auftreten, dem Alter ab dem die Zellen des Meniskusgewebes schwinden, Meniskusrisse leichter entstehen und die natürliche Degeneration beginnt [72].

Als prädisponierend gilt das vermehrte Arbeiten in der Hocke. In dieser Position kommt es besonders häufig zu Innenmeniskushinterhornschäden [63].

Neben den genannten Risikofaktoren kann auch Übergewicht zu einer vermehrten Belastung des Kniegelenks und somit zu einer Meniskusläsion führen [7].

1.3 Anatomie der Kniegelenksmenisken

Die Menisken haben eine Halbmondform und besitzen einen keilförmigen Querschnitt. Sie liegen zwischen den miteinander artikulierenden Gelenkflächen des Femurs und des Tibiaplateaus. Die Oberfläche des Meniskus hat eine konkave Form, da dieser sich der Form des Femurs anpasst. Die Unterfläche hat eine ebene oder konvexe Form, da dieser sich der Tibia und seiner Erhebung anpasst. Ihre Hauptfunktion soll der Ausgleich der Inkongruenz zwischen den beiden Knochen sein.

Sie dienen also dem Druckausgleich und sorgen für Stabilität bei eintretender Lastübertragung.

Die Menisken lassen sich in drei Kompartimente einteilen: Vorderhorn, Pars intermedia und Hinterhorn.

Die Menisken werden durch einen stabilen Bandapparat fixiert. Randständige Fasern der Menisken verlaufen über die Ansatzpunkte in das Insertionsligament und weiter zu dem Faserknorpel [50]. Diese Fasern verankern den Meniskus am Knochen.

Die Mikroanatomie der Menisken weist einen biphasischen Verlauf auf. Der Meniskus besteht zu 60-70% aus interstitieller Flüssigkeit und zum anderen Teil aus einer Festkörpermatrix [26]. Dieser besteht aus Kollagenfasern (15-25 %) und Proteoglykanen (1-2%).

Das innere Drittel der Kollagenfasern ist radial angeordnet [99]. Das äußere Drittel der Kollagenfasern hingegen zirkulär. Dabei wird der innen liegende Anteil hauptsächlich während der Kompression des Meniskus beansprucht, der äußere in erster Linie bei Anspannung. Zudem werden auch einige radiär angelegte Kollagenfasern zwischen den zirkulär verlaufenden Fasern gefunden. Diese verhindern das longitudinale Zerreißen bei Belastung.

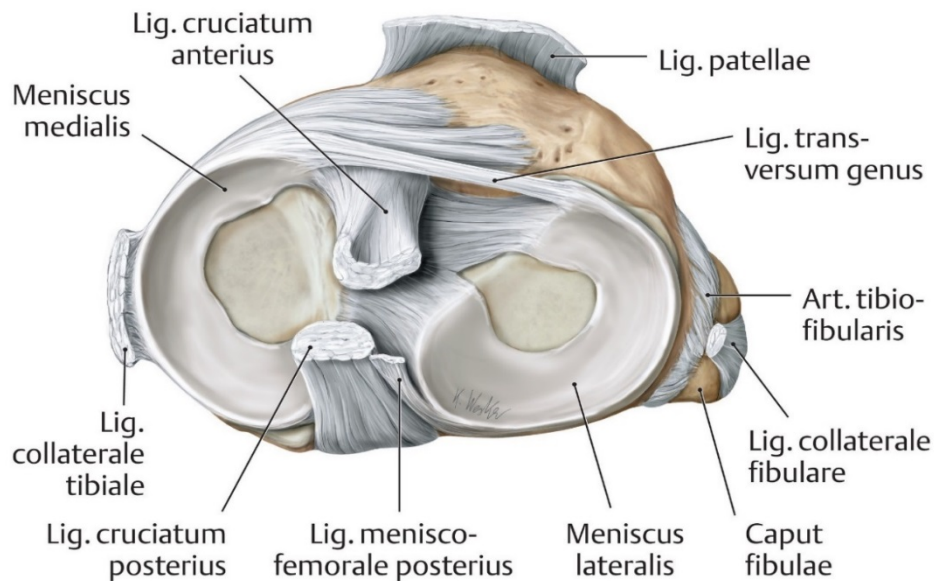


Abbildung 1.: Tibiaplateau mit aufliegenden Menisken sowie Anheftungsstellen von Menisken mit Kreuzbändern aus Prometheus Lernatlas [88] Rechtes Tibiaplateau in der Ansicht von proximal nach Durchtrennung der Kreuz- und Kollateralbänder, sowie Entfernung des Oberschenkelknochens: Sichtbar sind die dem Tibiaplateau aufliegenden Menisken mit ihren Anheftungsstellen.

1.3.1 Verankerung des Innenmeniskus

Der Meniscus medialis hat eine C-Form. Das Vorderhorn ist dreiteilig ligamentär an der Tibia befestigt [50]. Ein Band zieht nach ventral zur Schienbeinkante. Ein weiteres Band entspringt mittig und verankert den Innenmeniskus am Tibiaplateau in der Fossa intercondylaris. Zwischen den beiden Bandstrukturen entspringt das Lig. transversum genus am Vorderhorn des Innenmeniskus und zieht durch den Gelenkraum zum Ansatz des Außenmeniskusvorderhornes. Es stabilisiert so gleichzeitig das Vorderhorn des Innenmeniskus und des Außenmeniskus. Zwischen dem Vorderhorn und der Pars intermedia ist der Innenmeniskus relativ unbeweglich. Die innere Gelenkkapsel wird hier durch Fasern vom Retinaculum patellae verstärkt [50]. Hinter diesem Band beginnt ein Innenbandkomplex, dessen äußeres Lig. collaterale mediale, besitzt keine direkte Verbindung zum Innenmeniskus, jedoch die innere Schicht des Innenbandkomplexes, das Lig. coronarium, welches den Innenmeniskus an der Tibia fixiert [50]. Zusätzlich gibt es ein dünnes Lig. meniskofemorale, dass den Innenmeniskus oberflächlich am Femur verankert. Das Lig. popliteum obliquum verankert den äußeren Teil des Innenmeniskushinterhornes fest mit dem Kapsel-Band-Apparat des Knies. Das Ligamentum popliteum obliquum nimmt Fasern des M. Semimembranosus auf und so kann der Muskel in Beugung das Hinterhorn nach dorsal ziehen [50]. Das sogenannte „Semimembranosuseck“, die Einheit aus Innenmeniskushinterhorn, Lig. popliteum

obliquum und M. Semimembranosus, ist bedeutend für die Rotationsstabilität [50]. Die Einheit in Zusammenarbeit mit den Kreuzbändern verhindert das Gleiten des Femurs nach dorsal und das Herausgleiten der Tibia nach ventral. Das Hinterhornende wird durch das Semimembranosuseck stabilisiert und hat seinen Ansatz zwischen dem Außenmeniskus und dem hinteren Kreuzband. Der Innenmeniskus ist somit straff durch die Bänder fixiert und Bewegungen sind fast unmöglich.

1.3.2 Verankerung des Außenmeniskus

Der Außenmeniskus verläuft ringförmig. Das Vorderhorn ist ventral am Schienbein vor der Eminentia intercondylica lateralis und hinter dem vorderen Kreuzband fixiert [50]. Das Vorderhorn ist nur locker mit der Gelenkkapsel verknüpft. Die Pars intermedia ist durch ein Lig. patellomeniscale laterale als Teil des Retinaculum patellae locker mit der Kapsel verbunden. Erst das Hinterhorn des Außenmeniskus weist mit einer Verbindung zum M. popliteus eine feste Verankerung auf. Der Außenmeniskus verlässt die Gelenkkapsel und bildet einen 0,5 cm breiten Abschnitt, den Hiatus popliteus, damit die Sehne des M. popliteus von der Tibiabücke zum lateralseitigen Femur ziehen kann. Die Popliteussehne tritt vor die Verbindung mit der Kapsel und bildet mit ihr zusammen den Fasciculus popliteomeniscales, welcher wiederum in einen inferioren und einen superioren Anteil unterschieden werden kann. Der Fasciculus popliteomeniscales inferior ist lateral nicht stark ausgeprägt, wobei er mediale Anteile aus dem Lig. arcuatum erhält. Der Fasciculus popliteomeniscales superior liegt zur Innenseite des Gelenkes und seine Fasern verlaufen in Richtung Hinterhorn. Der mediale Anteil des Fasciculus popliteomeniscales superior ist 2,5cm kräftig. Der M. Popliteus stabilisiert durch die genannten Fasern das Hinterhorn des Außenmeniskus und kann diesen auch nach lateral bewegen. Zusätzlich ist das Hinterhorn mit dem Lig. meniscomemorale anterior (Humphrey) und posterior (Wrisberg) am Femur und am hinteren Kreuzband verbunden [50]. Die Verbindung zur Tibia wird durch das Lig. coronarium gesichert. Der Außenmeniskus weist einen ausgeprägten Bandapparat auf, jedoch sind seine ligamentären Verankerungen trotz Verbindung zum M. popliteus locker und ermöglichen ihm einen freieren Bewegungsradius als dem Innenmeniskus.

1.3.3 Durchblutung und Innervation

Der laterale und mediale Meniskus werden kapselnah in der äußeren Zone mit Gefäßen gespeist. Die restlichen zwei Drittel der Menisken sind avaskulär und nicht innerviert.

Ihre Versorgung wird aus der Synovialflüssigkeit gewährleistet. Der Meniskus wird daher in drei Zonen eingeteilt: außen die rot-rote Zone, eine Übergangszone, die weiß-rote Zone, in welcher die Menisken weniger durchblutet werden und eine innere Zone, die weiß-weiße Zone, die komplett avaskulär ist. Die rot-rote Zone der Menisken wird durch die Vasa geniculata inferior und medialis aus der Arteria genus media versorgt. Darüber hinaus werden die Vorderhörner beider Menisken zusätzlich durch die Arteria genus inferior versorgt.

Zusammen mit den Gefäßen ziehen auch die Nerven in die Menisken. Von der Kapsel laufen radiär Nervenfasern in die äußere Zone beider Menisken und innervieren diese.

1.3.4 Biomechanik und Funktion der Menisken

Über die Menisken wird der Druck von den Femurkondylen auf das Tibiaplateau übertragen. Der Femur besitzt durch seine Form und Größe unterschiedliche Krümmungsradien, so dass die vom Femur ausgehenden Kräfte in einem schiefen Winkel auf die Menisken eintreffen [50]. Die Menisken werden durch die Spannung und ihren keilförmige Form nach außen gedrückt. Durch die ligamentäre Verankerung der Menisken am Knochen wird die komplette Verschiebung nach außen verhindert und die Druckkräfte werden so in eine Zugspannung in Umfangsrichtung der Menisken umgewandelt [26]. Diese ringartige Zugspannung nimmt von innen nach außen zu.

Die richtungsabhängigen Eigenschaften der Elastizität unter Zugspannung sind bei den zirkulär verlaufenden Kollagenfasern höher und bei den senkrecht verlaufenden Fasern niedriger [26]. Dabei sind die Eigenschaften abhängig von der Lokalisation im Meniskus (Vorderhorn, Pars intermedia, Hinterhorn), davon ob der Innenmeniskus oder Außenmeniskus betroffen ist und in welcher Schicht die Fasern verlaufen.

Die Eigenschaften des Meniskus unter Druckbelastung können durch die viskoelastischen Eigenschaften der Fasern beschrieben werden [99]. Diese dienen der Dehnbarkeit bei hohen Frequenzen. Die Viskoelastizität ist unabhängig von den Kollagenfasern, da diese hauptsächlich für die Steifigkeit des Meniskus verantwortlich sind. Ein hoher Anteil an Glykosaminoglykanen und ein niedriger Wassergehalt bilden den elastischen Anteil des Gewebes und führen zu einer reversiblen Verformung des Meniskus. Die Eigenschaften des Meniskuskörpers unter Druckbelastung variieren auch in Abhängigkeit von der Lokalisation im Meniskus und davon, ob es sich um den lateralen oder medialen Meniskus handelt [26].

Die Roll- und Gleitbewegungen des Femur haben lateralseitig einen größeren Bewegungsumfang und werden von dem lateralen Meniskus abgefangen [26]. Zudem konnte festgestellt werden, dass die Vorderhörner beider Menisken größeren Verformungen durch den Ausgleich der Inkongruenz der Gelenkflächen unterliegen als die Hinterhörner [26] .

Die zweite Hauptfunktion der Menisken ist der Ausgleich der Inkongruenz zwischen den Gelenkpartnern. Der Meniskus vergrößert die Kontaktfläche zwischen Femur und Tibia. Der Druck wird so reduziert und der Gelenkknorpel vor Überbelastung und Degeneration geschützt.

1.3.5 Bewegungsumfang

Die Streckung und Beugung im Kniegelenk verläuft bei normalen Alltagsbewegungen in der transversalen Ebene. Aktiv kann eine Beugung bis zu 140° und passiv bis zu 160° erfolgen. Die Streckung erfolgt bis 0° und passiv erfolgt eine Überstreckung von 5-10°. Die Rotationsachse des Kniegelenks verläuft in vertikaler Richtung durch den inneren Bereich des medialen Tibiaplateaus. Die Kreuzbänder wickeln sich bei Innenrotation umeinander und schränken das Bewegungsmaß auf 10° ein. Die Außenrotation beschränkt sich auf 30-40°.

1.4 Klassifikation

Die Meniskusläsionen können nach unterschiedlichen Kriterien klassifiziert werden. Nach Warren werden die Schäden nach Lokalisation eingeteilt [73]. Dabei werden lateraler und medialer Meniskus in ihre anatomischen Kompartimente Vorderhorn, Pars intermedia und Hinterhorn eingeteilt und die Verletzung auch danach beurteilt, in welcher gefäßversorgenden Zone die Ruptur sich befindet bzw. wie groß ihr Abstand zur Gelenkkapsel ist.

Meniskusrupturen können auch nach Trillat wie bei der International Society of Arthroscopy, Knee Surgery and Orthopaedic Sports Medicine (ISAKOS) nach ihrer Rissmorphologie eingeteilt werden [9].

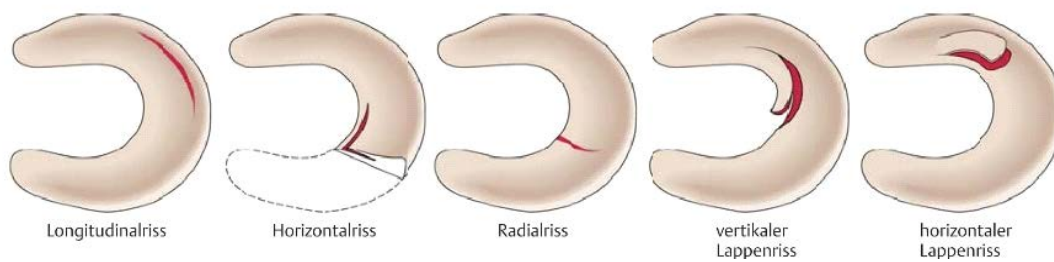


Abbildung 2.: Einteilung der Meniskusläsionen gemäß ISAKOS aus Orthopädie und Unfallchirurgie uptodate [26]

Als weitere Klassifikation kann eine kernspintomographische Einteilung erfolgen. Hierbei stehen vor allem Signalveränderungen des Meniskusgewebes im Vordergrund. Die Einteilung nach Reichert erfolgt von Grad 0-III (s. 2.5.1.4 Die Klassifikation nach Reicher).

1.5 Epidemiologie der Meniskusverletzung

Die Prävalenz einer Meniskusläsion lässt sich unter verschiedenen Gesichtspunkten unterschiedlich abschätzen. Beim gleichzeitigen Vorliegen einer Arthrose liegt sie bei 63%, bei Knieschmerzen bei 32% und beim Fehlen beider Symptome bei 23% [9, 28]. Nach Gesundheitsberichterstattung des Bundes wurden in Deutschland 0,32% aller Versicherten mit der Diagnose akuter Meniskusriss behandelt [87]. Der Altersgipfel liegt zwischen dem 50-60. Lebensjahr [15, 87]. 2015 war die Gonarthrose der häufigste Grund für einen Aufenthalt in einer Rehabilitationseinrichtung [15]. Weltweit sind 3,8 % an einer Gonarthrose erkrankt [20]. Die Prävalenz in Europa und den USA ist gleich, in Asien jedoch geringer [18, 20]. Wobei Frauen häufiger betroffen sind als Männer [15, 20]. Die Krankheitskosten im Bereich des Muskel-Skelett-Systems und Bindegewebes sind in Deutschland an 4. Stelle [66]. Generell zeigt sich eine steigende Inzidenz der Meniskusläsion in der Gesamtbevölkerung.

1.6 Diagnostik von Meniskusverletzungen

Die klinische Diagnostik beinhaltet neben der körperlichen Untersuchung auch die anamnestische Befragung nach aktuellen Symptomen sowie Fragen zum Beruf und zu sportlichen Aktivitäten. Bei den aktuellen Symptomen sollte nach Schmerzen im

Gelenkspalt, eingeschränkter Belastbarkeit, Einklemmungserscheinungen, Gelenkschwellungen und „Schnappphänomenen“ gefragt werden [6, 63].

Zur Diagnostik einer Meniskusverletzung sind verschiedene klinische Untersuchungstechniken durchzuführen, da ein Test alleine keine valide Aussage erbringen kann [36]. Die Untersuchung erfolgt am entkleideten Patient. Die wichtigsten Untersuchungen zu den Meniskuszeichen sind das Payr-Zeichen, die Untersuchung nach Steinmann-I und II sowie das Apley-Grinding-Zeichen (s. 2.5.2 Die körperliche Untersuchung). Alle genannten Untersuchungstechniken provozieren letztlich einen Schmerz durch Kompression im Gelenkspalt sowie auch durch Rotations- und Beugebewegungen.

Ein Röntgenbild dient dem Ausschluss anderer differenzialdiagnostischer Ursachen, da der Meniskus selbst durch das Röntgenbild nicht darstellbar ist. Zur Sicherung der Diagnose wird eine Kernspintomographie durchgeführt.

1.7 Grundlagen der Therapie der Meniskuläsion

Bei der Therapie von Meniskuläsionen wird zwischen einer konservativen und einer operativen Therapie unterschieden. Grundsätzlich ist das Ziel der Therapie die Schmerzreduktion und die Wiederherstellung der Funktion des betroffenen Knies. Die konservative Therapie umfasst die Schmerzmedikation sowie Krankengymnastik. Die operative Therapie unterscheidet die Meniskusnaht und die partielle Meniskektomie. Alle operativen Behandlungen werden arthroskopisch und minimalinvasiv durchgeführt.

1.7.1 Konservative Therapie

Liegen negative Meniskuszeichen in der körperlichen Untersuchung, aber ein nachweislicher Befund einer Meniskuläsion in der Kernspintomographie vor oder aber ein Patient hat Symptome mit einer degenerativen Gelenkveränderung, jedoch keine Blockade des Gelenkes, kann nach den neuen Leitlinien eine konservative Behandlung erwogen werden [9]. Generell hat die konservative Therapie jedoch wenig Aussicht auf Erfolg. Einerseits aufgrund der schlechten Blutversorgung des Meniskus, andererseits weil die Beschwerden möglicherweise auf die Arthrose des Gelenkes und weniger auf den Meniskus zurückzuführen sind. Lediglich periphere Meniskuläsionen können spontan heilen, da der Meniskus dort ausreichend mit Gefäßen versorgt wird. Die

konservative Therapie besteht in symptomadaptierter Schmerzmedikation mit nicht-steroidalen Antiphlogistika sowie Krankengymnastik [9]. Bei bestehendem Übergewicht, wird eine Gewichtsabnahme empfohlen, da dies die Schmerzen und das Voranschreiten der Arthrose reduzieren kann [96].

1.7.2 Operative Therapie

Zu den operativen Therapien zählen die Meniskusnaht sowie die partielle Meniskektomie. Intraoperativ sollte je nach Lokalisation der Verletzung, Beinachse, Stabilität des Gelenkes, Ausmaß der Beweglichkeit und Gesundheitszustand des Patienten entschieden werden, welche Therapieoption gewählt wird [9]. Ziel ist es aber stets möglich viel funktionelles Meniskusgewebe zu erhalten.

Indikationen für eine operative Maßnahme sind Blockierungen, Trauma, degenerative symptomatische Meniskusschäden und Einklemmung sowie persistierende Meniskusbeschwerden nach konservativer Therapie [9].

Junge Patienten mit einem basisnahen Riss in der rot-roten oder rot-weißen Zone und stabilem Kniegelenk sollten mit einer Meniskusnaht behandelt werden [9]. Es werden drei verschiedene Nahttechniken unterschieden [63].

Bei der Outside-In-Naht-Technik werden zwei Kanülen verwendet, die von außen in den Meniskus geschoben und die Meniskusbasis und das zentrale Meniskusfragment perforieren. Durch die ventralen Kanüle wird ein Faden vorgeschoben und durch die dorsale Kanüle eine Fadenschlinge. Mit Hilfe einer Faszange wird der Faden aus der ventralen Kanüle durch die Fadenschlinge geführt. Durch das Zurückziehen der Fadenschlinge können die Fäden nach außen gelangen und extraartikulär auf der Kapsel verknotet werden. Die Indikation für die Outside-In Naht sind Verletzungen im Vorderhorn und in der Pars intermedia des Meniskus. Bei Hinterhornrissen birgt die Methode, durch die nötige Verbiegung der Nadel, die Gefahr von Nervenverletzungen und Verzug des Meniskus.

Bei dem Verfahren der Inside-Out-Naht-Technik werden mit Fäden bestückte Nadeln unter arthroskopischer Sicht in den Gelenkspalt zu den Menisken geführt. Auch hier werden die Fäden extraartikulär auf der Kapsel geknotet. Diese Technik ist besonders für Meniskusrisse im Bereich der Pars intermedia und des Hinterhorns geeignet. Eine dorsomediale Inzision kann durch Einführung eines Langenbeck- Haken die Gefäße schützen.

Zudem besteht die Möglichkeit einer reinen intraartikulären, arthroskopischen Naht von Meniskusrissen. Die All-Inside Naht, bei der mit korkenzieherartigen Kanülen mit Fadenführungsradchen eine direkte Naht des Meniskus erfolgen kann. Dies ist besonders Gelenk schonend, da es nicht mehr durchstochen werden muss. Diese Technik eignet sich gut für Risse im Bereich des Hinterhorns.

Die Wahl des Verfahrens somit immer abhängig von der Risslokalisation und der damit verbundenen arthroskopischen Erreichbarkeit.

Die Indikationen für Meniskektomie sind eine Ruptur in der gefäßarmen weiß-weißen Zone, ein instabiles Kniegelenk, komplexe und degenerative Meniskusläsionen. Das primäre Ziel der Meniskektomie ist der Erhalt von Meniskusgewebe. Aus diesem Grund sollten nur die mobilen und zerstörten Meniskusfragmente entfernt werden. Das Meniskusgewebe an der Randleiste sollte bestehen bleiben, da es eine wichtige biomechanische Funktion besitzt. Die komplette Meniskektomie war im 20. Jahrhundert das Standardverfahren zur Behandlung von Meniskusläsionen [58]. Dieses Verfahren wird heutzutage nicht mehr praktiziert, da bereits 1923 durch McMurray ein Zusammenhang zwischen Meniskektomie und Arthrose festgestellt werden konnte [71].

1.7.3 Meniskusersatz

Regenerative Verfahren zum Erhalt von Meniskusgewebe und Knorpel bei Postmeniskektomie-Syndrom gewinnen immer mehr an Bedeutung.

Eine Methode zum Erhalt von Meniskusgewebe ist die Implantation eines Scaffold, welcher zunächst als Platzhalter dient und das Gewebe anregen soll sich zu regenerieren. Das Kollagen Meniskus Implantat wird aus Kuhsehnen gewonnen und enthält Kollagen Typ I [99]. Das CMI hat eine poröse Struktur und soll die Regeneration von Meniskusgewebe in der rot-weißen Gefäßzone fördern.

Ein Scaffold aus Polyurethan (Actifit®) ist eine weitere Therapieoption (s. 2.3. Material). Eine intakte Meniskusrandzone, in der die rot-rote Gefäßzone verläuft, ist essentiell, damit sich das Gewebe regenerieren kann. Weitere Indikationen für den Ersatz des Innenmeniskus mit einem Implantat sind ein partieller oder segmentaler Defekt, eine erhaltene Meniskusrandleiste sowie ein erhaltenes Vorder- und Hinterhorn und ein intakter Bandapparat des Kniegelenkes.

Besteht bereits ein kompletter Verlust des Meniskus mit anhaltenden Schmerzen oder ist die Randzone des Meniskus beschädigt, stellt dies eine Indikation für eine operative Behandlung mit einem allogenen Transplantat dar. Die Fixierung kann dabei mit

transtibialen Nähten oder durch die Fixierung am Knochen erfolgen. Eine häufige Komplikation ist eine Extrusion des Meniskus.

Die Implantation von mesenchymalen Stammzellen zeigte die Bildung von regenerierendem Gewebe und ist Gegenstand aktueller Forschung [64] .

Neben den regenerativen Ansätzen besteht die Möglichkeit den Meniskus durch dauerhafte Implantate zu versorgen. Polycarbonat [101], Seidenfibroin[43] und Polymere [102] werden derzeit in Studien getestet.

1.7.4 Komplikationen

Zu den Komplikationen in der Behandlung von Meniskusschäden zählen neuronale Schädigung, Synovitis, Infekte, Thrombosen und die gefürchtete Osteoarthritis [58]. Durch die anatomisch bedingte schlechte Blutversorgung des Meniskus kann sich das Gewebe nur bedingt regenerieren. Zusätzlich wird durch die Meniskektomie Gewebe entfernt, welches für den Druckausgleich nun nicht mehr zur Verfügung steht. Klinisch manifestiert sich die Osteoarthritis durch die Hauptsymptome Schmerz, Steifigkeit und Bewegungseinschränkungen. Die Osteoarthritis des Kniegelenkes kann nach Kellgren und Lawrence im Röntgenbild in vier Stadien klassifiziert werden [63].

Grad	Radiologische Bildgebung
1	Geringe subchondrale Sklerosierung Keine Osteophyten. Keine Gelenkspaltverschmälerung
2	Geringe Gelenkspaltverschmälerung Beginnende Osteophytenbildung, Angedeutete Unregelmäßigkeit der Gelenkfläche
3	Ausgeprägte Osteophytenbildung. Gelenkspaltverschmälerung, Deutliche Sklerosierung der Gelenkfläche
4	Ausgeprägte Osteophytenbildung, Aufhebung des Gelenkspalts, Fehlstellung der Gelenkpartner

Tabelle 1.: Radiologische Klassifikation der Arthrose nach Kellgren und Lawrence [63]

In neuesten Studien konnte gezeigt werden, dass nach einer partiellen Meniskektomie die Arthrosezeichen steigen, wobei Patienten mit einer bereits vorhanden chronischen Meniskusdegeneration eher betroffen waren als Patienten, die ein akutes Trauma aufwiesen [98]. Zudem zeigt die aktuelle Studienlage ein prognostisch ungünstigeres Ergebnis nach lateraler Meniskusresektion im Vergleich zu einer medialen Meniskusresektion [76, 86].

Prüft man die Inzidenz von Arthrose nach den unterschiedlichen Therapieoptionen Teilresektion und Meniskusnaht, so konnte ein deutlich höheres Arthroserisiko nach partieller Meniskektomie festgestellt werden [91].

Ein erhöhter Body Mass Index (BMI) >25 ist assoziiert mit vermehrten Schmerzen [105] und eine Achsenfehlstellung des Kniegelenkes (Varus oder Valgus) steht in Zusammenhang mit schneller Progression der Osteoarthrose [95].

Um diese Komplikationen zu vermeiden, sollte bei der Therapieplanung stets Rücksicht auf Alter des Patienten, Gesundheitszustand, Lebensstil, Aktivitätslevel sowie Lokalisation und Ausmaß der Meniskusverletzung genommen werden [58]. Als die Prognose begünstigend gelten fehlende Knorpelschäden, intakte Meniskusbasis, ein stabiler Bandapparat, keine degenerativen Gelenkveränderungen und eine orthograde Achsenstellung [9, 16].

1.8 Die Meniskuserkrankung in der Geschichte der Medizin

Die ersten medizingeschichtlichen Hinweise über eine Meniskusverletzung gab es 1731 in einem Bericht, in dem ein geschwollener und erweiterter Seminularknorpel erwähnt wurde [79, 92]. Durch die mangelnden diagnostischen Möglichkeiten und die Manifestation der Symptome als Kniebeschwerden gab es lange Zeit Zweifel an der Realität eines Meniskus [47, 79]. Die Entwicklung des Krankheitsbildes und ihrer Behandlung musste sich erst über Jahrhunderte hinweg etablieren.

Da es in dieser Zeit noch viele lebensbedrohliche Infektionen nach Knieoperationen gab, wurde eine Operation oft lange hinausgezögert [59]. Das Kniegelenk war dann durch den Druck, den Reiz und die Degeneration so verändert, dass die Menisken selbst nicht mehr zu identifizieren waren [59, 79]. Erst durch die Desinfektion, Asepsis und Antisepsis wurden mehr Operationen am Kniegelenk unternommen [79].

1558 entfernte der französische Chirurg Ambroise Paré während einer Gelenkpunktion den Meniskus eines Patienten, in dem Glauben es sei ein freier Gelenkkörper [25, 51]. Erst 300 Jahre später konnte durch den englischen Chirurgen Bernard Brodhurst das Bestehen des Meniskus durch den Fund einer Verwachsung des Gelenkkörpers mit dem Knie bewiesen werden [79]. Bis zu dieser Zeit wurde die Reposition als konservative Therapie bei Meniskusverletzungen durchgeführt [59].

Die erste geplante komplette Meniskusektomie wurde 1877 durch Kocher durchgeführt. Durch seine Beobachtungen kam er zu dem Schluss, dass es postoperativ zu keiner Funktionseinschränkung des Knies kommen werde [59, 79].

Weitere Berichte über die Resektion eines Meniskus wurde 1881 durch Annandale dokumentiert, welcher später auch die weiteren Therapieoptionen Naht und Teilresektion beschrieb [3-5]. Die Behandlung der Kniegelenksbeschwerden im Rahmen der Meniskusverletzung oblag weitestgehend der Vorliebe des Operateurs. Ein einheitliches Vorgehen war nicht bekannt [79].

Die erste Einteilung in akute und chronische Meniskusverletzungen erfolgte durch Allingham [2]. Durch seine Studien kam er zu der Schlussfolgerung, dass die Menisken konservativ durch eine Reposition und strikte Ruhigstellung des Kniegelenkes für sechs Wochen behandelt werden sollten [10, 59].

1892 wurde das Krankheitsbild der Meniskusverletzung durch Bruns genauer definiert, da dieser feststellen konnte, dass es sich um keine Luxation, sondern um eine Ruptur der Menisken handelt [79].

In den darauf folgenden Jahren gab es immer mehr Diskussion über den möglichen Zusammenhang der Resektion mit einer frühzeitigen Arthrose. Durch die Entwicklung von Röntgenstrahlen gegen Ende des 19. Jahrhunderts [84], konnten die postoperativen Arthrosefälle erkannt und dokumentiert werden [59]. Die Ergebnisse galten jedoch als umstritten und eine Korrelation zwischen kompletter Resektion und Arthrose wurde durch die Beschwerdefreiheit der Patienten nicht ernst genommen [59].

Mit der Entwicklung der Arthroendoskopie 1921 durch Bircher [92] wurde ein diagnostisches Hilfsmittel erschaffen, welches zunächst jedoch als zu gefährlich von den Ärzten eingestuft wurde [104].

1929 wurde von Mandel ein neu gebildetes Gewebe bei einer Rearthroskopie entdeckt [30]. Das Ersatzgewebe wurde nicht genauer beschrieben, jedoch ging man durch die Untersuchung von Pfab und King [60] zur Gefäßversorgung der Menisken davon aus, dass der Erhalt der gefäßreiche Randzone für die Bildung neuen Meniskusgewebes

verantwortlich sei [59]. Die komplette Resektion und die Naht wurden durch den anscheinend regenerativen Therapieansatz der Teilresektion verdrängt [79].

In den folgenden Jahren gab es vermehrt Berichte über das Vorkommen von Arthrose nach einer Meniskektomie 1923 durch McMurry [71] sowie einer Korrelation der Größe des degenerativen Gewebes mit der Größe des entnommenen Gewebes am Meniskus 1936 durch King [61]. Die Kritik an der kompletten Resektion von meniskealem Gewebe hielt durch die Definition eines „Post-Meniskektomie-Syndroms“ 1948 durch Fairbanks [31] und Studien über die Erhöhung des Druckes [1] und die Verminderung der Kontaktfläche zwischen den Gelenkflächen des Knies [65] weiter an.

Durch die Etablierung der Arthroskopie in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts gelang ein Durchbruch in Diagnostik und Therapie. Erste arthroskopische Untersuchungen an Leichen und am Menschen wurden bereits ab 1918 durch den Japaner Takagi unternommen [41, 56, 93, 94]. Doch erst durch den Japaner Watanabe und seinem neu entwickelten Arthroskop, mit dem auch Farbaufnahmen möglich waren, wurde 1955 der Weg für neue standardisierte minimalinvasive Techniken am Kniegelenk geebnet [22, 104]. In den 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts übernahmen die Nordamerikaner die neue Operationstechnik und bald berichteten weltweit Operateure von ihren Erfahrungen mit dem Arthroskop [55, 57, 79].

Der Meniskus und die Gelenkfläche konnten besser beurteilt werden und es ergaben sich neue Therapietechniken. Die erste arthroskopische Meniskusnaht wurde durch Ikeuchi [53] durchgeführt, jedoch galt die nun mögliche sparsame Teilresektion des Meniskus als Standardtherapie für Meniskusverletzungen [79]. Die komplette Resektion wurde durch die Teilresektion ersetzt und der Fokus der Therapie einer Meniskusverletzung auf den Erhalt von Meniskusgewebe gelegt [79].

Heutzutage stehen neben der Meniskusnaht und der Teilresektion vor allem Therapieansätze zur Regeneration von Meniskusgewebe im Vordergrund der Forschung. Neben allogenen Transplantaten sind regenerative Implantate aus Kollagen oder Polyurethan Gegenstand aktueller Forschung [99, 102].

Für beide Implantate konnte bisher gezeigt werden, dass es zu einer Schmerzminderung und einer klinischen sowie biomechanischen Verbesserung der Kniefunktion kommt [52]. Die sportliche Aktivität ist bei beiden Implantaten limitiert [42, 89]. In der MRT von Actifit® wurden verkleinerte Implantate mit erhöhter Signalintensität beschrieben [23]. Das Kollagenimplantat zeigte in der MRT eine verminderte Signalintensität, ähnlich

der von einem gesunden Meniskusgewebe [42]. Der Knorpelstatus blieb nach Implantation von CMI und Actifit® konstant [23, 52].

1.9 Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Studie war es, mittelfristige klinische Ergebnisse sechs Jahre nach Implantation eines Actifit®-Scaffolds aus Polyurethan bei Postmeniskektomie-Syndrom zu erheben. Die vorliegende Studie umfasst einen längeren Untersuchungszeitraum als die bisherigen Publikationen 2012 und 2015 und soll weiteren Aufschluss über die Entwicklung der klinischen Ergebnisse bringen.

Zudem wurde eine Magnetresonanztomographie durchgeführt, um herauszufinden, ob sich das verwendete Implantat aufgelöst und neues Meniskusgewebe gebildet hat. Dies wäre aufgrund der Abbaukinetik des Actifit®-Scaffold nach sechs Jahren zu erwarten. Der Knorpelstatus wird beobachtet, um festzustellen, ob durch das Implantat die Degeneration des Gelenkes aufgehalten werden kann. Hierzu wurde eine prospektive Kohortenstudie durchgeführt.

Die Ziele der fünften Kontrolluntersuchung nach sechs Jahren war die Erfassung von:

- Schmerzen
- MR-Morphologie der Implantate und eines Regeneratgewebes
- MR- Morphologie des Knorpelstatus

2 Material und Methoden

Die Studie wurde nach den Übereinstimmungen der Deklaration von Helsinki durchgeführt. Ein positives Ethikvotum für die Studie „Mittelfristige Ergebnisse eines neuen Meniskustransplantats (Actifit®)“ wurde durch die Ethikkommission des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg am 11.01.2012 erteilt (Aktenzeichen 194/09).

2.1 Studienaufbau

Ziel der vorliegenden Studie war es, klinisch mittelfristige Ergebnisse sechs Jahre nach Implantation eines Actifit® -Scaffold zu erheben.

Es wurde eine prospektive Kohortenstudie durchgeführt, bei der die Patienten sechs Jahre nach Implantation eines Polyurethan basierten Meniskusimplantates bei symptomatischen medialen, segmentalen Meniskusdefekten prospektiv nachuntersucht wurden. Erste Kontrolluntersuchungen erfolgten nach zwei und vier Jahren im Rahmen einer klinische Untersuchung und einer Kernspintomographie.

Die Schmerzen und die Kniefunktion wurden durch die Fragebögen (VAS, KOOS, UCLA) erfasst und durch die körperliche Untersuchung (KSS) festgehalten. Die Morphologie des Implantates und regenerierten Gewebe sowie des Knorpelstatus wurden im MRT dargestellt und evaluiert.

2.2 Studienkollektiv

2.2.1 Patientenkollektiv

An der Studie nahmen insgesamt 18 Patienten teil, die den Einschlusskriterien entsprachen. Davon sind zwei weiblich und 16 männlich. 14 Patienten sind der Aufforderung der Nachuntersuchung gefolgt, davon eine weiblich und 13 männliche Patienten. Aktuell müssen wir über einen Therapieversager berichten.

Das Nachsorgeuntersuchungsintervall von zwei Jahren konnte eingehalten werden. Die Operation erfolgte in dem Zeitraum vom Juni 2009 bis August 2011. Im Anschluss wurde nach sechs Monaten, 12 Monaten, zwei, vier und sechs Jahren eine Nachsorgeuntersuchung durchgeführt.

Das Durchschnittsalter bei der Nachuntersuchung beträgt 36 Jahre. Der älteste Patient war 52 Jahre und der jüngste Patient 24 Jahre alt.

Der Body Mass Index der Patienten betrug im Durchschnitt 26,4. Der höchste BMI lag bei 32,4 und der niedrigste bei 22,5.

Bei acht Patienten war der rechte Meniskus von der Verletzung betroffen, bei sechs Patienten der linke Meniskus.

Der Kontrolluntersuchung nach sechs Jahren wurde im Zeitraum vom August 2015 bis August 2017 durchgeführt.

2.2.2 Einschlusskriterien

- (1) chronische, symptomatische, partielle mediale Meniskusdefekte mit erhaltener Meniskusrandleiste sowie erhaltenem Meniskusvorder- und hinterhorn
- (2) Alter 16-50 Jahre
- (3) ein stabiles Kniegelenk oder ein Gelenk, welches bis 12 Wochen vor der Operation stabilisiert werden konnte
- (4) ICRS ≤ 2 in dem medialen Kompartiment
- (5) normale Gelenkausrichtung (mechanischer tibiofemorale Winkel $\leq 3^\circ$)

2.2.3 Ausschlusskriterien

- (1) Patienten, die die Studienteilnahme ablehnten
- (2) laterale Meniskusläsionen
- (3) Kinder und Patienten über 50 Jahre
- (4) Patienten mit instabilen Kniegelenken

2.2.4 Studienabbruch

Die Rücknahme der Einverständniserklärung der Patienten an der Studie teilzunehmen, stellt ein Abbruchkriterium dar. Ein weiteres Abbruchkriterium sind Begleitverletzungen, die zu einer Instabilität des Kniegelenkes führen und Gelenkdeformitäten.

2.3 Material

Das Meniskusimplantat welches implantiert wurde, heißt Actifit®. Es besteht zu 80% aus flexiblen und elastischen Polylactocapron und zu 20% aus einem stabilen Polyurethan Anteil [99]. Das poröse Implantat wird in die gefäßreiche äußere Zone des Meniskus integriert und soll so als Leitstruktur für die Bildung von meniskealem Gewebe dienen [8].

2.4 Studiendurchführung

2.4.1 Operationstechnik

Durch den Orthopäden und Leiter der Studie Prof. Dr. Efe wurde den Patienten im Rahmen einer Arthroskopie nach standardisierten anterolateralen und anteromedialen Zugängen Actifit® implantiert. Der operative laterale Zugang erfolgte in 70° Beugung des betreffenden Knies. Der Einstich wurde in Richtung des vorderen Kreuzbandes vorgenommen, um Knorpelschäden zu vermeiden. Über diesen Zugang wurde das Arthroskop eingeführt und ein Einblick in das Kniegelenk ermöglicht. Der anteromediale Zugang wurde über der Meniskusbasis des Innenmeniskus, medial unterhalb der Patella gewählt. Dieser Zugang dient als Arbeitszugang für die Instrumente. Das Schneideinstrument wurde eingeführt und die Überreste des Meniskus wurden bis zu der gefäßreichen Zone abgetragen. Die betroffene Meniskusläsion wurde ausgemessen und das Implantat so zugeschnitten, dass es die Wundränder um 10% überlappt. Dies dient der besseren Adaptation an die Wundränder [99]. Die Größe der Implantate lag im Schnitt bei 39.2 ± 3.6 mm. Um einen besseren Zugang zum medialen Meniskus zu erhalten, wurde die Piecrust-Technik angewendet. Hierfür wurde eine 18G-Nadel benutzt. Diese wurde perkutan unterhalb des Tibiaplateaus eingeführt. Das Knie wird in Valgus-Extension positioniert. Die Nadel punktiert das mediale kollaterale Ligament an der posterioren Zone, um so eine bessere Sicht auf den Meniskus zu erhalten und Knorpelschäden vorzubeugen [17]. Um das Implantat zu verankern wurde eine Hybrid-Näh-Technik angewendet. Neben all-inside Nähten wurden je nach Lokalisation auch outside-in Nähte verwendet. Im Durchschnitt wurden drei all-inside Nähte (Ultra-Fast-Fix®) verwendet, um das Implantat horizontal und vertikal nach dem all-inside-meniscal-repair-system zu verankern. Abschließend wurde das Scaffold aus Polyurethan mit maximal zwei outside-in Nähten fixiert.

2.4.2 Rehabilitation

Das Postoperative Management wurde gemäß der aktuellen Leitlinien durchgeführt. Ebenso wurde die Schmerzmedikation nach standardisierter Schmerztherapie verabreicht. Die Patienten wurden angewiesen das betroffene Knie für vier Wochen nicht zu belasten und eine stabilisierende Rahmenorthese für sechs Wochen zu tragen. Direkt nach der Operation wurden isometrische Quadrizepsübungen durchgeführt und ab dem dritten postoperativen Tag wurde das Knie viermal täglich für eine Stunde kontinuierlich

in einem Radius von 0 ° bis 60 ° Flexion passiv bewegt. Der Bewegungsradius wurde nach vier Wochen auf 90 ° Flexion erweitert. Die uneingeschränkte Bewegung des Gelenks war nach sechs Wochen erlaubt. Die Teilbelastung erfolgte nach vier Wochen und nach sechs Wochen Krafttraining mit aktiver Physiotherapie. Die Erlaubnis sportlichen Aktivitäten nachzugehen erfolgte nach sechs Monaten, wobei Kontaktsportarten bis zum neunten postoperativen Monat pausiert wurden.

2.4.3 Nachuntersuchungen

Die Nachuntersuchungen erfolgten alle im Universitätsklinikum Marburg. Die Patienten wurden in zeitlicher Reihenfolge sechs, 12, 24, 48 und 72 Monate nach der Operation wieder in das Uniklinikum bestellt. In der Leitstelle für Radiologie erfolgte die Magnetresonanztomographie. Vor der Untersuchung erfolgten die erneute Einverständniserklärung und das Ausfüllen der Fragebögen. Nach der bildgebenden Diagnostik wurde die körperliche Untersuchung in der orthopädischen Poliklinik durchgeführt. Vor Beginn der Untersuchung erfolgten die Entkleidung der unteren Extremitäten und die Lagerung des Patienten auf der Untersuchungsfläche. Beide Knie wurden im Seitenvergleich inspiziert, palpiert und untersucht. Zuvor wurden die Patienten anamnestisch nach aktuellen Schmerzen, Gehstrecke und Gehhilfen befragt. Die Befunde wurden mit den anamnestischen Daten zusammen dokumentiert und gespeichert.

2.5 Untersuchungsmethoden

Die klinischen Ergebnisse wurden durch standardisierte Fragebögen erfasst und ausgewertet. Verwendet wurden der Knee Society Score, der Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score zur Erhebung von Schmerzen, Symptomen, Funktionen im Alltag, sportliche Aktivität sowie Lebensqualität, der UCLA Activity-Score zur Erfragung des klinisch-basierten Aktivitätslevels und die Visuelle Analogskala zur Beurteilung der Schmerzen.

2.5.1 MRT-Untersuchung

Zur Nachuntersuchung zählt auch eine MRT-Untersuchung nach sechs, 12, 24, 48 und 72 Monaten in der radiologischen Leitstelle des Uniklinikums Marburg. Diese wurde mit

einem 1.5T- MRT (MAGNETOM Espree, Siemens, Erlangen, Germany) durchgeführt. Dabei wird eine T2-gewichtete Gradientenechosequenz, eine T1- gewichtete Spinechosequenz, eine Fastspinechosequenz mit Fettsättigung sowie eine T2-gewichtete Sequenz die in coronal, sagittal und transversal Ebene Bilder aufnimmt, benutzt. Die T2-gewichtete Sequenz dient hierbei vor allem dem Erkennen von Knorpelschäden im Meniskus [44]. Die Magnetresonanztomographie wird als standardisierte, nicht-invasive Technik genutzt, um Meniskusschäden zu erkennen [44].

Das Meniskusimplantat wurde bezüglich Morphologie und Struktur nach Genovese beurteilt. Knochenläsionen bzw. Knochenmarksödeme wurden nach Lynch analysiert. Zur Detektion von Verletzungen des kontralateralen Meniskus wurde die Reicher Klassifikation herangezogen.

2.5.1.1 Die Auswertung nach Genovese

Die Auswertung nach Genovese wurde herangezogen, um das in der Bildgebung dargestellte Implantat aus Polyurethan morphologisch und nach seiner Struktur zu beurteilen [39]. Zu den direkten Kriterien zählen: Größe, Signalintensität und das Vorhandensein oder Fehlen eines Zwischenraumes zwischen Meniskus und dem Implantat. Zu den indirekten Kriterien zählen das Erscheinungsbild von Knorpelgewebe und Implantat sowie Auffälligkeiten in der Synovialflüssigkeit. Diese wurden als Reaktion auf das Implantat gewertet.

Grad	MRT- Befund
0	Keine Lücke
1	Lücke

Tabelle 2.: Einteilung der Oberflächen der Menisken nach Genovese [39]

Grad	MRT- Befund
I	Wie nativer Meniskus
IIa	Implantat kleiner mit regulärer Oberfläche
IIb	Implantat kleiner mit irregulärer Oberfläche
III	Implantat vollständig resorbiert
X	Nicht beurteilbar

Tabelle 3.: Einteilung der Morphologie und Größe der Menisken nach Genovese [39]

Grad	MRT- Befund
1	Isointens zum nativen Meniskus
2	Leicht hyperintens
3	Deutlich hyperintens
X	Nicht beurteilbar

Tabelle 4.: Einteilung der Signalintensität der Scaffolds nach Genovese [39]

2.5.1.2 Die Klassifikation nach Lynch

Um Knochenläsionen zu evaluieren wurde die Klassifikation nach Lynch benutzt [70]. Die T1- gewichtete Sequenz des Magnetresonanztomographen dient dem Erkennen von Abnormalitäten an den Femurkondylen und dem proximalen Tibiaplateau. Knochenerosionen werden nach dem Index in <50% oder >50% eingeteilt und dann als Knochenmarksödem gewertet. Die morphologische Einteilung ist wie folgt:

Grad	MRT-Befund
1	diffuse Knochenläsionen
2	Knochenläsion mit unterbrochener Knochenwand
3	Knochenläsion mit subcortikaler Beteiligung

Tabelle 5.: Klassifikation nach Lynch für Knochenläsionen [70]

2.5.1.3 Die Klassifikation nach Reicher

Die Reicher Klassifikation wurde 1986 als Index für den Verdacht auf Meniskusläsionen entwickelt. Sie wird in die Schweregrade 0- III eingeteilt [81]. In dieser Arbeit wurde er verwendet, um den restlichen, nicht behandelten Meniskus auf Verletzungen zu überprüfen.

Grad	MRT- Befund
0	homogene und niedrige Signalintensität
I	punktförmige Signalerhöhung mit geringer Ausdehnung in nur einer Schicht ohne Kontakt zur Meniskusoberfläche
IIa	ausgedehnte, punktförmige Signalitätsanhebung ohne Kontakt zur Meniskusoberfläche
IIb	lineare Signalitätsanhebung ohne Kontakt zur Meniskusoberfläche
III	lineare, unregelmäßige Signalitätserhöhung der Binnensubstanz mit Kontakt zur mindestens einer Meniskusoberfläche (Korrelation zu arthroskopisch nachweisbaren Meniskusrissen)

Tabelle 6.: Einteilung der Meniskusläsionen nach Reicher [81]

2.5.1.4 International Cartilage Regeneration & Joint Preservation Society (ICRS)

Der ICRS wurde 1997 als Klassifikation zur Einteilung von degenerativen und traumatischen Knorpelschäden am Kniegelenk etabliert [103]. In dieser Arbeit wurde der ICRS Grad I nicht berücksichtigt, da das MRT nicht sensitiv für geringgradige Knorpelläsionen ist [13, 27]. Die folgende Tabelle zeigt die Einteilung nach Größe, Ausmaß und Lokalisation des Defektes.

Grad	MRT- Befund
0	Keine Knorpelschäden
Ia	Oberflächliche Aufweichung
Ib	Oberflächliche Risse oder Fissuren
II	Läsionen mit einer Tiefenausdehnung bis 50%
IIIa	Läsionen mit einer Tiefenausdehnung über 50%
IIIb	Läsion bis zur kalzifizierenden Knorpelschicht
IIIc	Läsion bis zu den (aber nicht in den) subchondralen Knochen
IV	Läsion mit Knochendefekt

Tabelle 7.: International Cartilage Regeneration & Joint Preservation Society Klassifikation

2.5.1.5 Extrusion

Der Meniskus kann durch einen Meniskusriss seine Fähigkeit, Druckspannung in Zugspannung umzuwandeln, verlieren. Physiologisch ist eine Dislokation des Meniskus

von 3mm über das Tibiaplateau. Pathologische Extrusionen können am besten durch die koronare MRT dargestellt werden [62]. In dieser Arbeit wurden Extrusionen nach De Coninck eingeteilt [21].

In einer sagittalen MRT wurde die Mitte der anterioposterioren Line des Tibiaplateau ermittelt. In einer coronalen MRT wurde eine Linie entlang der Gelenkflächen des Tibiaplateau und entlang der äußeren Gelenkflächen gezogen. Die Extrusion wird in mm berechnet. Sie geht von der Linie zwischen den äußeren Gelenkflächen bis zur äußersten Begrenzung des Meniskus.

2.5.2 Die Fragebögen

Verwendet wurden vier verschiedene Fragebögen: der Knee Injury und Osteoarthritis Outcome Score, der UCAL Activity-Score, die Visuelle Analogskala für Schmerzen und der Knee Society Score.

2.5.2.1 The Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

Der KOOS wurde 1995 von Ewa M. Ross und ihren schwedischen sowie amerikanischen Kollegen entwickelt, um einen Fragebogen zu konstruieren, der sowohl Kurzzeit- als auch Langzeitschäden nach einer Operation am Knie erfasst [85]. Er kann nach einer Menisektomie, einer Kreuzbandrekonstruktion und nach Einsetzen einer Totalendoprothese des Knies angewandt werden. Für lange Zeit galt der Western Ontario und McMaster Universities Osteoarthritis Index als standardisierter Fragebogen für die Erfassung von Langzeitschäden des Knies. Da aber auch immer mehr junge Leute durch vermehrte körperliche Aktivität Verletzungen am Knie bekommen haben, war es nötig, frühzeitig Symptome von Degeneration und Osteoarthritis zu erkennen. Der Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score besteht aus 42 Fragen, die in fünf Kategorien aufgeteilt sind: Schmerz, Symptome, Aktivitäten des täglichen Lebens, Sport und Freizeit und Lebensqualität. Der Fragenkatalog des WOMAC wurde dabei komplett in den Fragebogen des KOOS aufgenommen. Der KOOS bezieht sich auf die Beschwerden in den letzten Wochen.

Der WOMAC thematisiert die Themenkomplexe Schmerz, Steifigkeit und Aktivität im Alltag in Bezug auf die vergangenen zwei Tage.

Der originale Fragebogen findet sich im Anhang.

2.5.2.2 Activity-Score der University of California at Los Angeles (UCAL)

Der Aktivitätsscore wird zur Befragung der allgemeinen Aktivität benutzt [97]. Der Fragebogen enthält 10 Unterpunkte, wobei 10 dem höchsten Aktivitätslevel Leistungssport entspricht, vier einem geringen Aktivitätslevel, wie Haus und Gartenarbeit, und null eine Bettlägerigkeit angibt.

Im Anhang ist der Fragebogen im Original wiedergegeben.

2.5.2.3 Visuelle Analogskala

Die Visuelle Analogskala ist eine graphische Methode zur Erfassung von Schmerzen [35]. Sie ist eine gerade Linie mit zwei Extremen, wobei 0 keine Schmerzen angibt und 10 kaum aushaltbare Schmerzen. Der Patient wird aufgefordert, die Skala zu lesen und dann subjektiv nach seinen eigenen Erfahrungen eine Angabe über seine Schmerzen anzugeben. Im Anhang ist die Skala im Original beigelegt.

2.5.2.4 Knee Society Score

Der Knee Society Score wurde 1989 entwickelt und 2011 als Patient Reported Outcome Score überarbeitet und dient der Beurteilung des Kniegelenkes nach operativen Eingriffen [48].

Der KSS ist eine Zusammensetzung aus körperlicher Untersuchung und Befragung durch den Arzt und subjektiver Einschätzung von Symptomen, des Funktionszustand des Knies, der Zufriedenheit und der Erwartung durch den Patienten[77].

Der Fragenkatalog zur Einschätzung der Symptome und Funktion des Kniegelenkes durch den Patienten erfolgt mittels Visueller Analogskala zu Schmerzen, Steifigkeit und Beschwerden bei körperlicher Aktivität im Alltag [54].

Die Stabilität des Kniegelenkes wurde durch die Untersucherin mittels Lachman-Test und den Vorderen- und Hinteren Schubladen-Test untersucht.

Der Bewegungsumfang sowie Beuge- und Streckkontrakturen werden durch ein Goniometer gemessen und dokumentiert. Die Funktionsuntersuchung zum Nachweis von Meniskuskäsionen erfolgte durch das Steinmann-I-Zeichen, das Apley-Grinding-Zeichen und das Payr-Zeichen.

Als Ergebnis erhält man einen Knie-Score und einen Funktions-Score.

Der Auswertungsbogen ist in originaler Form im Anhang beigelegt.

2.5.3 Die körperliche Untersuchung

2.5.3.1 Lachman- Test

Die Untersuchung dient der Überprüfung der Kreuzbänder. Sie wird am liegenden Patienten und 20-30° gebeugtem Knie durchgeführt. Der Untersucher fixiert den Femur und umfasst die distale Tibia des Patienten, sodass seine Finger auf der Rückseite zu liegen kommen. Die Tibia wird nach vorne gezogen. Ein fehlender Anschlag dient der diagnostischen Sicherung einer Kreuzbandruptur.

2.5.3.2 Vorderer und Hinterer Schubladentest

Der Vorderer und Hintere Schubladentest ist eine Untersuchung zur diagnostischen Sicherung einer Verletzung der Kreuzbänder. Der Patient liegt auf der Untersuchungsfläche und der Untersucher beugt das Knie 90°, dabei bleibt die Fußsohle des Patienten flach auf der Liege. Der Tibiakopf wird mit beiden Händen umfasst und bei entspannter Beugemuskulatur nach ventral und dorsal mobilisiert. Eine vermehrte Verschieblichkeit im Seitenvergleich spricht für eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes. Eine Instabilität nach dorsal deutet auf eine Ruptur des hinteren Kreuzbandes.

2.5.3.3 Das Steinmann- I-Zeichen

Die Untersuchung wird am liegenden Patienten und gestrecktem Knie durchgeführt. Der Untersucher beugt das Bein des Patienten um 90° im Knie- und im Hüftgelenk. Mit einer Hand wird das Knie umfasst und die andere Hand greift die Fußsohle. Anschließend wird der Unterschenkel nach innen und außen rotiert. Dies wird in verschiedene Richtungen wiederholt. Sollten Schäden des Innenmeniskus vorgelegen haben, verspürt der Patient Schmerzen bei der Außenrotation und umgekehrt Schmerzen bei der Innenrotation, wenn der Außenmeniskus beschädigt gewesen sein sollte.

2.5.3.4 Apley-Grinding-Zeichen

Bei der Untersuchung für das Apley-Grinding- Zeichen wird der Patient gebeten sich in Bauchlage auf die Untersuchungsfläche zu legen. Das Knie wird in 90° Stellung vom Untersucher flexiert und die Fußsohle wird mit einer Hand umgriffen. Die andere Hand umfasst das Sprunggelenk umso eine axiale Stauchung zu erlangen. Durch rotierende Bewegungen des Fußes wird Druck auf die Femurkondylen ausgeübt, welche auf den Menisken schleifen. Sollte der Patient Schmerzen angeben, kann somit auf eine

Meniskusläsion geschlossen werden. Dabei ist immer der Meniskus betroffen, welcher der Rotationsbewegung entgegengesetzt wird.

2.5.3.5 Das Payr-Zeichen

Das Payr-Zeichen dient allein der Untersuchung des Innenmeniskus. Der Patient wird gebeten sich in den Schneidersitz zu setzen. Nun wird jeweils eine Hand auf ein Knie gelegt und diese werden in Richtung Boden gedrückt. Ist der Innenmeniskus verletzt oder beschädigt, treten Schmerzen auf.

2.6 Auswertung

Die Auswertung der Fragebögen und der klinischen Untersuchung erfolgten durch die Untersucherin. Zuerst wurden alle erhobenen Daten in eine Tabelle eingetragen und dann durch Herrn Dr. med. Karl- Friedrich Schüttler und die Untersucherin ausgewertet. Die Ergebnisse der Magnetresonanztomographie wurden alle durch einen erfahrenen und von der Studie unabhängigen Radiologen ausgewertet.

2.7 Statistik

Die Prüfung der Ergebnisse der Fragebögen erfolgte über die Ermittlung der Mittelwerte. Die Werte zu den einzelnen Themenkomplexen der Fragebögen wurden zusammengefasst. Beim KOOS wurde jeweils ein Mittelwert zu den Themen „Schmerzen“, „Symptome“, „Aktivität im täglichen Leben“, „Sport“ und „Lebensqualität“ ermittelt. Ebenso wurde ein Mittelwert für „Schmerzen“, „Symptome“ und „Aktivität im täglichen Leben“ für den WOMAC berechnet. Für den UCLA ergab sich ein Wert für die sportliche Aktivität und für die Schmerzen ein Mittelwert aus der VAS. Für die Knie und Funktions-Scores im KSS wurde jeweils ein Mittelwert berechnet. Die erhobenen Werte wurden dann mit den präoperativen Werten und den Kontrollen nach sechs Monaten, nach einem, zwei, und vier Jahren mit Hilfe eines Student's Test auf Signifikanz geprüft.

Für die Auswertung der radiologischen Ergebnisse erfolgte die Einteilung nach Genovese, Lynch, Reicher und ICRS. Anschließend wurde ein Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest zur Prüfung der Signifikanz der Variablen durchgeführt.

2.7.1 Hypothesenaufstellung

Für den Chi-Quadrat-Test und den Student's Test wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% ($1-\alpha=0,05$) festgelegt.

Die Nullhypothese H_0 lautet: Die untersuchten Datengruppen unterscheiden sich nicht in ihrer Varianz, der Varianzquotient ist gleich 1.

Die Gegenhypothese H_1 lautet: Die untersuchten Datengruppen unterscheiden sich in ihrer Varianz, der Varianzquotient ist ungleich 1.

Ergibt der Test einen p-Wert größer als 0,05 ($p>0,05$) so kann die Nullhypothese nicht verworfen werden und die unterschiedlichen Varianzen sind als zufällig zu werden.

Ergibt der Test einen p-Wert kleiner als 0,05 ($p<0,05$), so muss die Gegenhypothese angenommen werden und die Nullhypothese wird verworfen.

2.7.2 Angewandte statistische Verfahren

Der Vergleich der Mittelwerte der Untersuchungsergebnisse aus den Fragebögen und der klinischen Untersuchung erfolgte mittels Student's Test [33]. Dies ist ein Stichprobentest, um Mittelwerte von zwei Gruppen zu vergleichen. Die aktuellen Ergebnisse wurden mit den vorangegangenen Kontrolluntersuchungen verglichen.

Die Auswertung des Knorpelstatus erfolgte mit Hilfe des Pearson Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstests. Dabei werden zwei normierte skalierte Merkmale auf ihre stereotaktische Unabhängigkeit geprüft[33]. Wir überprüften die beobachteten Häufigkeiten des Knorpelstatus in der radiologischen Bildgebung und verglichen diese mit Vorbefunden.

Eine Bedingung des Chi-Quadrat-Tests ist, dass keine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf sein darf [49]. Diese Bedingung stellt sicher, dass die Verteilungsfunktion der Teststatistik durch die Chi-Quadrat-Verteilung näherungsweise bestimmt wird. Zusätzlich wurde der Exakt-Test nach Fischer durchgeführt und interpretiert. Der Exakte-Test nach Fischer ist ein Signifikanz Test auf Unabhängigkeit in Kontingenztafeln.

Die Berechnungen wurden mit Hilfe des Programmes IBM SPSS Statistics durchgeführt.

3 Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

Insgesamt nahmen 18 Patienten an der Studie teil. Drei Patienten haben die Studie bereits nach der dritten Kontrolluntersuchung nach zwei Jahren abgebrochen. Somit haben 15 Patienten an der vier Jahreskontrolle teilgenommen. Bei der sechs Jahresintervall Kontrolluntersuchung sind drei Patienten unbekannt verzogen und konnten weder über wiederholte Anschreiben noch über Telefonate und weitere Recherchen ausfindig gemacht werden. Ein Patient brach die Nachuntersuchung ab, da er aus beruflichen Gründen zeitlich nicht abkömmlich war.

Ein Patient erhielt nach der vierten Kontrolluntersuchung eine hohe Tibiaosteotomie bei Progress der Knorpelschädigung. Dies werten wir als Therapieversagen, obwohl die klinischen Scores gute Ergebnisse ergaben.

Somit wurden 13 Patienten in die sechs Jahreskontrolle eingeschlossen.

3.1.1 Therapieversager

Ein Patient erhielt zwischen dem vier- und sechsjährlichen Nachsorgeintervall eine HTO. Präoperativ präsentierte sich ein funktionell eingeschränktes Knie im KSS. Zudem gab er starke Schmerzen an (VAS 9) und es wurden deutliche klinische Beschwerden im KOOS (KOOS-Gesamt: 39) dokumentiert. Postoperativ bis zum Zeitpunkt der hohen Tibiaosteotomie wurden signifikant verbesserte Ergebnisse im KSS ($p=0,02$) und KOOS ($p=0,007$) gemessen. Der Patient gab nach Implantation des Actifit®-Implantates zu keiner Zeit Schmerzen an.

Die MRT zeigte präoperativ eine Läsion des Knorpels bis zur kalzifizierenden Schicht (ICRS 3b). Postoperativ nach sechs Monaten zeigte sich ein normaler Knorpelstatus ohne Lücke. Der Knorpelstatus verschlechterte sich in den zwei und vier Jahreskontrollen zu einer Läsion bis 50% (ICRS 2). Das Implantat stellte sich in allen Kontrolluntersuchungen klein, irregulär und deutlich hyperintens da.

Die Ergebnisse des Patienten in der aktuellen sechs Jahreskontrolle ergab eine signifikante Verbesserung und KOOS($p=0,008$), aber nicht im KSS ($p=0,17$) verglichen mit den präoperativen Werten. Die Ergebnisse im MRT zeigten, eine Lücke zwischen

dem Implantat und dem Meniskus. Das Implantat zeigte sich verkleinert mit einer irregulären Oberfläche und deutlicher Hyperintensität. Der Knorpelstatus zeigte Insgesamt das schlechteste Ergebnis, da eine Läsion bis zur kalzifizierenden Schicht (ICRS 3b) dokumentiert wurde.

3.2 Klinische Untersuchungen

3.2.1 Visuelle Analogskala

Die Patienten wurden gebeten ihre Schmerzen subjektiv nach ihren eigenen Erfahrungen zum aktuellen Zeitpunkt einzuschätzen. Die VAS Skala für Schmerzen ergab präoperativ einen Mittelwert von 5,1 mit einer Standardabweichung von $\pm 2,06$ (n=18). Sechs Monate nach der Operation verbesserte sich der Mittelwert auf $2,05 \pm 2,39$ (n=18). In der Kontrolle nach einem Jahr lag der Mittelwert bei $1,86 \pm 2,26$ (n=18). Nach zwei Jahren betrug der Mittelwert $1,58 \pm 2,04$ (n=18). Im vierten postoperativen Jahr lag der Mittelwert bei $0,97 \pm 1,42$ (n=15) und sechs Jahre postoperativ bei $0,64 \pm 1,28$ (n=13). Die postoperativen Ergebnisse zeigten alle eine signifikante Schmerzlinderung verglichen mit den präoperativen Werten ($p < 0,05$). Der postoperative Mittelwert nach sechs Jahren zeigte verglichen mit dem präoperativen Mittelwert eine signifikante Verbesserung der Schmerzintensität (Mittelwert: $4,07 \pm 1,7$ $p = 0,001$). Die Tabelle 8 zeigt die berechneten Students- Tests.

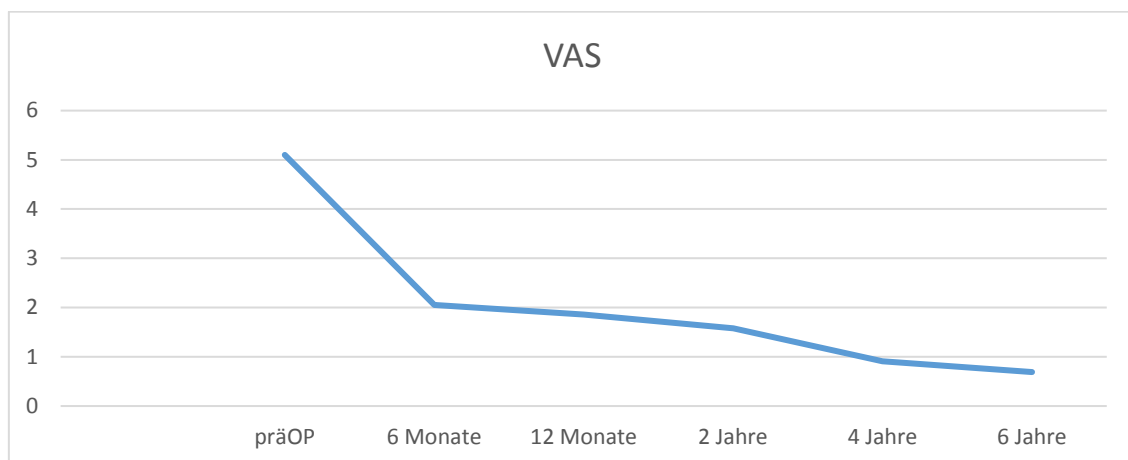


Abbildung 3.: Mittelwerte der Schmerzen in der Visuellen Analogskala in dem Zeitraum präoperativ bis 6 Jahre postoperativ

Students-Test VAS								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standard- abweichung	Standard- fehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Unterer Wert	Oberer Wert			
präOP - 6Monate	3,36364	2,00114	0,60337	2,01925	4,70802	5,575	10	0,000
präOP – 1Jahr	2,88462	2,50128	0,69373	1,37311	4,39612	4,158	12	0,001
präOP - 2Jahre	3,07692	2,80510	0,77799	1,38182	4,77203	3,955	12	0,002
präOP - 4Jahre	3,66667	2,62274	0,75712	2,00025	5,33308	4,843	11	0,001
präOP - 6Jahre	4,07692	1,70595	0,47314	3,04603	5,10782	8,617	12	0,000

Tabelle 8.: Students-Tests der Visuellen Analogskala

3.2.2 UCLA

Präoperativ lag der Mittelwert des UCLA bei $5,4 \pm 1,8$ ($n=18$). Postoperativ nach sechs Monaten zeigte sich ein Mittelwert von $6,2 \pm 1,73$ ($n=18$). Nach einem Jahr betrug der Mittelwert $6,5 \pm 2,06$ und nach zwei Jahren zeigte sich ein Mittelwert von $7,3 \pm 1,74$ ($n=18$).

Im vierten Jahr postoperativ errechnete sich ein Mittelwert von $6,58 \pm 2,12$ ($n=15$) und sechs Jahre postoperativ von $7,69 \pm 1,94$ ($n=13$).

Die präoperative sportliche Aktivität steigerte sich signifikant verglichen mit den Werten sechs Jahre nach Implantation (Mittelwert $2,09 \pm 2,07$ $p=0,007$). Zuvor konnte keine signifikante Steigerung der sportlichen Aktivität erlangt werden ($p>0,05$). Die Tabelle 9 zeigt die berechneten Students-Tests.

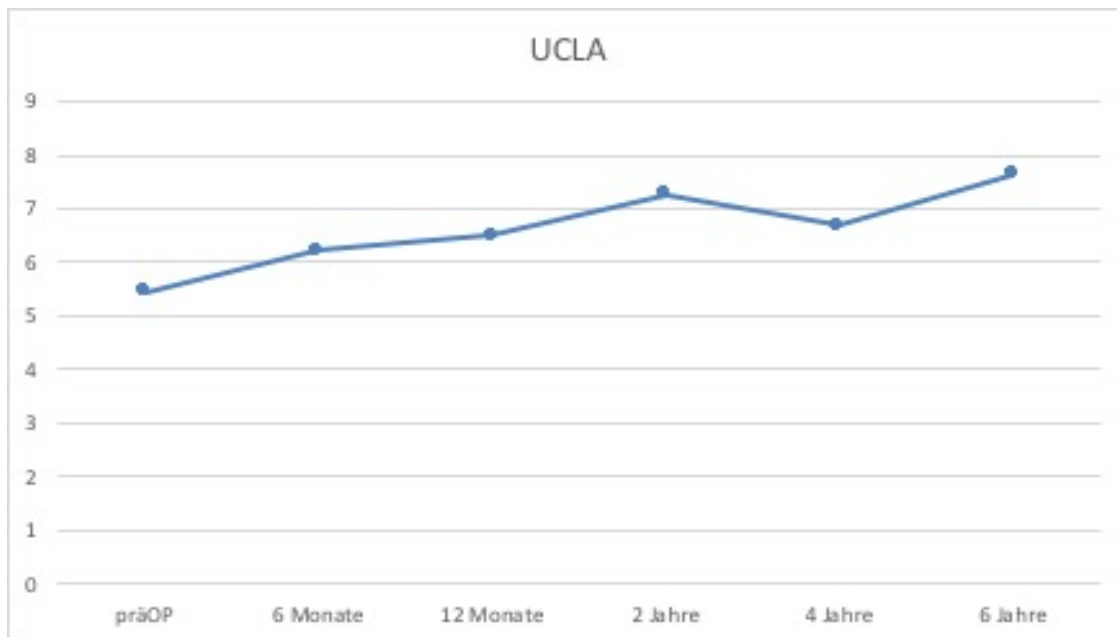


Abbildung 4.: Entwicklung der sportlichen Aktivität in dem Zeitraum präoperativ bis 6 Jahre postoperativ

Students-Test UCLA								
		Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz			
					Unterer Wert Oberer Wert			
präOP	-	-0,26667	2,01660	0,52068	-1,38342 0,85009	-0,512	14	0,617
6Monate	-	-0,60000	2,02837	0,52372	-1,72327 0,52327	-1,146	14	0,271
präOP	-	-1,20000	2,88345	0,74450	-2,79680 0,39680	-1,612	14	0,129
2Jahre	-	-0,84615	2,51151	0,69657	-2,36385 0,67154	-1,215	12	0,248
präOP	-	-2,09091	2,07145	0,62457	-3,48253 -0,69929	-3,348	10	0,007
6Jahre	-							

Tabelle 9.: Students-Tests für den UCLA

3.2.3 KOOS Evaluation

3.2.3.1 Schmerzen

Präoperativ ergab die Unterskala „Schmerzen“ einen Mittelwert von $47,07 \pm 14,2$ ($n=18$). Sechs Monate postoperativ errechnete sich ein Mittelwert von $67,08 \pm 18$ ($n=18$). Nach einem Jahr betrug der Mittelwert $82,56 \pm 17$ ($n=18$) und nach zwei Jahren postoperativ $84,24 \pm 18$ ($n=18$). Im vierten postoperativen Jahr betrug der Mittelwert $89,24 \pm 13$ ($n=15$) und im sechsten Jahr $92,46 \pm 10$ ($n=13$).

Im T-Test für gepaarte Stichproben zeigte sich eine signifikante Schmerzlinderung nach sechs Jahren verglichen mit den präoperativen Werten (Mittelwert 42,2 \pm 22 p=0,001). Ebenso konnte in allen Kontrolluntersuchungen eine signifikante Schmerzlinderung festgestellt werden (p<0,05). Die Tabelle 10 enthält die berechneten Students- Tests.

Students-Test KOOS Schmerzen								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Unterer Wert	Oberer Wert			
präOP - 6Monate	- 30,20000	24,00357	6,19770	- 43,49273	-16,90727	-4,873	14	0,000
präOP - 1Jahr	- 37,20000	25,19127	6,50436	- 51,15046	-23,24954	-5,719	14	0,000
präOP - 2Jahre	- 35,73333	27,42904	7,08215	- 50,92303	-20,54364	-5,046	14	0,000
präOP - 4Jahre	- 40,00000	21,95829	6,09013	- 53,26926	-26,73074	-6,568	12	0,000
präOP - 6Jahre	- 42,27273	22,87396	6,89676	- 57,63966	-26,90579	-6,129	10	0,000

Tabelle 10.: Students-Test für KOOS Schmerzen

3.2.3.2 Symptome

In der Subskala-„Symptome“ betrug der präoperative Mittelwert 60,32 \pm 16,8(n=18). Dieser verbesserte sich sechs Monate postoperativ auf 76,39 \pm 19(n=18) und ein Jahr postoperativ auf 84,92 \pm 10(n=18). Im zweiten postoperativen Jahr betrug der Mittelwert 81,35 \pm 13 (n=18) und im vierten Jahr postoperativ 86,83 \pm 9(n=15). Sechs Jahre postoperativ zeigte sich ein Mittelwert von 86,73 \pm 8(n=13).

In den postoperativen Kontrollen sechs Monate, ein Jahr, zwei Jahr und vier Jahre verglichen mit den präoperativen Werten zeigte sich eine signifikante Verbesserung der Symptome (p<0,05).

Jedoch zeigte sich sechs Jahre postoperativ verglichen mit den Werten präoperativ kein signifikanter Unterschied (Mittelwert 3,3 \pm 18 p=0,562). Die Tabelle 11 enthält die berechneten Students-Tests.

Students-Test KOOS Symptome								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standard- abweichung	Standard fehler des Mittel- wertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Unterer Wert	Oberer Wert			
präOP - 6Monat e	-18,06667	27,05145	6,98465	-33,04726	-3,08607	-2,587	14	0,022
präOP – 1Jahr	-26,66667	18,70701	4,83013	-37,02627	-16,30707	-5,521	14	0,000
präOP - 2Jahre	-22,73333	16,92195	4,36923	-32,10440	-13,36227	-5,203	14	0,000
präOP- 4Jahre	-23,92308	22,20909	6,15969	-37,34389	-10,50226	-3,884	12	0,002
präOP - 6Jahre	3,36364	18,58641	5,60401	-9,12288	15,85015	0,600	10	0,562

Tabelle 11.: Students-Test KOOS Symptome

3.2.3.3 Aktivität des täglichen Lebens

In der Unterskala „Aktivität im täglichen Leben“ zeigt sich ein präoperativer Mittelwert von $52,86 \pm 18,4$ ($n=18$). Sechs Monate postoperativ stieg dieser auf $85,05 \pm 15$ ($n=18$) und ein Jahr postoperativ auf $88,4 \pm 13$ ($n=18$) sowie zwei Jahre postoperativ auf $91,42 \pm 14$ ($n=18$).

In der vier Jahreskontrolle betrug der Mittelwert $93,93 \pm 8$ ($n=15$) und in der sechs Jahreskontrolle $91,28 \pm 13$ ($n=13$).

In allen postoperativen Kontrollen konnte eine signifikante Verbesserung der Aktivität im täglichen Leben erzielt werden ($p < 0,05$). Die Tabelle 12 enthält die berechneten Students- Tests.

Students-Test KOOS Aktivität des täglichen Lebens								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standard - abweichung	Standard fehler des Mittel- wertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Unterer Wert	Oberer Wert			
präOP - 6Monate	-33,86667	23,80536	6,14652	-47,04964	-20,68370	-5,510	14	0,000
präOP - 1Jahr	-39,26667	19,56114	5,05066	-50,09926	-28,43407	-7,775	14	0,000
präOP - 2Jahre	-40,13333	23,24978	6,00307	-53,00863	-27,25803	-6,685	14	0,000
präOP - 4Jahre	-42,00000	16,32993	4,52911	-51,86808	-32,13192	-9,273	12	0,000
präOP - 6Jahre	-40,63636	12,09357	3,64635	-48,76094	-32,51179	-11,144	10	0,000

Tabelle 12.: Students-Test KOOS Aktivität des täglichen Leben

3.2.3.4 Sport und Freizeit

Der Mittelwert für die präoperative sportliche Aktivität war $26,7 \pm 21$ ($n=18$). Postoperativ stieg der Mittelwert sechs Monate später auf $68,9 \pm 25,8$ ($n=18$). Ein Jahr postoperativ betrug der Mittelwert $68,3 \pm 24$ ($n=18$) und stieg in der zwei Jahreskontrolle auf $82,19 \pm 28$ ($n=18$) und blieb im vierten postoperativen Jahr konstant $82,1 \pm 15$ ($n=15$). Zum Untersuchungszeitpunkt nach sechs Jahren sank der Mittelwert $79,89 \pm 26$ ($n=13$).

In dieser Subskala konnten zu allen Kontrollzeitpunkten im Vergleich zu den präoperativen Werte ein signifikanter Unterschied berechnet werden ($p < 0,05$). Die Tabelle 13 enthält die berechneten Students-Tests.

Students-Test KOOS Sport und Freizeit								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standard - abweichung	Standard fehler des Mittel- wertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Unterer Wert	Oberer Wert			
präOP - 6Monat e	-36,33333	36,42344	9,40449	-56,50396	-16,16271	-3,863	14	0,002
präOP - 1Jahr	-48,33333	28,76423	7,42689	-64,26243	-32,40423	-6,508	14	0,000
präOP - 2Jahre	-43,33333	33,57649	8,66941	-61,92738	-24,73929	-4,998	14	0,000
präOP - 4Jahre	-53,07692	19,52973	5,41657	-64,87862	-41,27523	-9,799	12	0,000
präOP - 6Jahre	-52,72727	23,16934	6,98582	-68,29265	-37,16190	-7,548	10	0,000

Tabelle 13.: Studens-Test KOOS Sport und Freizeit

3.2.3.5 Lebensqualität

Für die präoperative Lebensqualität ließ sich ein Mittelwert von $28,13 \pm 15$ ($n=18$) berechnen. Dieser verbesserte sich sechs Monate postoperativ auf $55,56 \pm 25$ ($n=18$) und ein Jahr postoperativ auf $66,67 \pm 20$ ($n=18$). Nach zwei Jahren sank der Mittelwert $64,58 \pm 19$ ($n=18$). Im vierten postoperativen Jahr stieg der Mittelwert auf $69,53 \pm 21$ ($n=15$) und in der sechs Jahreskontrolle weit an auf $74,11 \pm 19$ ($n=13$).

Es konnte eine signifikante Verbesserung der Lebensqualität präoperativ verglichen mit den postoperativen Werten sechs Monate, ein Jahr, zwei Jahre, vier Jahre und sechs Jahre berechnet werden ($p < 0,05$). Die Tabelle 14 enthält die berechneten Students- Tests.

Students-Test KOOS Lebensqualität								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Unterer Wert	Oberer Wert			
präOP - 6Monate	-27,388	25,38906	5,98426	-40,01457	-14,76320	-4,577	17	0,000
präOP - 1Jahr	-38,555	21,68551	5,11132	-49,33951	-27,77160	-7,543	17	0,000
präOP - 2Jahre	-36,444	23,79625	5,60883	-48,27804	-24,61085	-6,498	17	0,000
präOP - 4Jahre	-38,333	26,31313	6,79402	-52,90506	-23,76161	-5,642	14	0,000
präOP - 6Jahre	-50,923	22,87816	6,34526	-64,74821	-37,09794	-8,025	12	0,000

Tabelle 14.: Students- Tests KOOS Lebensqualität

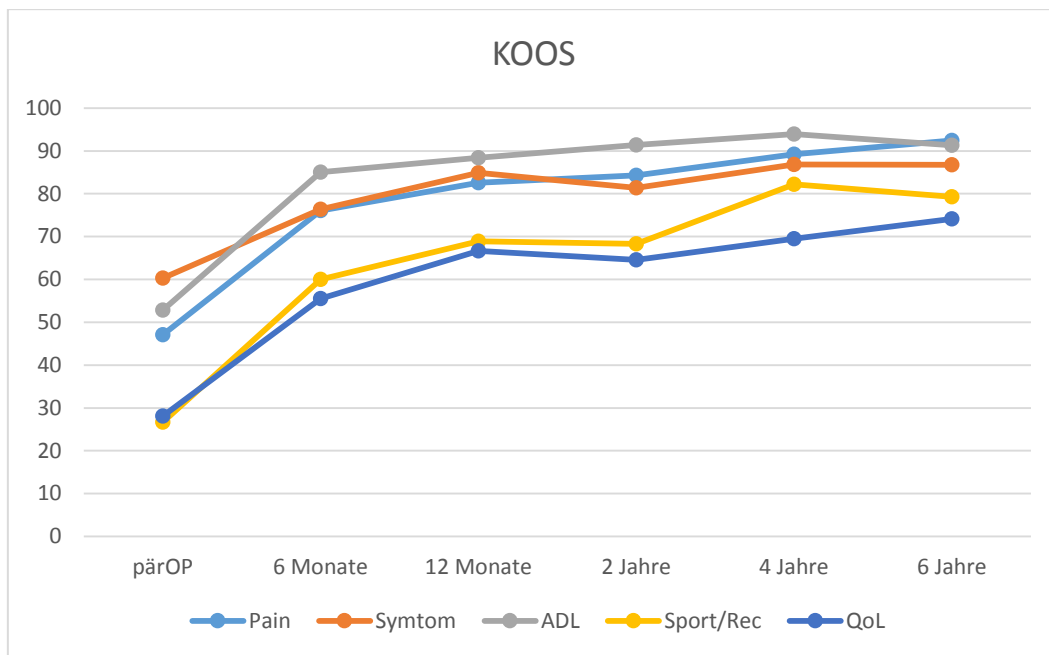


Abbildung 5.: Mittelwerte der im KOOS erfassten Daten für Schmerzen und Symptome im Kniegelenk , Aktivität im täglichen Leben, sportliche Aktivität sowie Lebensqualität für den Zeitraum präoperativ bis 6 Jahre postoperativ

Die Abbildung 5 zeigt die Mittelwerte der Ergebnisse, dabei sind die Untersuchungszeitpunkte in den Spalten dargestellt und die Punkteskala in der Zeile. 100 ist der Bestmögliche Wert. Die Kontrollen stellen sich als Linie da.

3.2.4 WOMAC Evaluation

3.2.4.1 Schmerzen

In der Subskala Schmerzen des WOMAC berechnete sich präoperativ ein Mittelwert von $49,7 \pm 23,5$ (n=18). Postoperativ nach einem halben Jahr stieg der Mittelwert auf $83 \pm 17,4$ (n=18) nach einem Jahr auf $90 \pm 11,8$ (n=18) und nach zwei Jahren auf 95 ± 9 (n=18). In der vier Jahreskontrolle blieb der Mittelwert konstant $95 \pm 5,6$ (n=15) und in der sechs Jahreskontrolle bei $94 \pm 14,8$ (n=13).

Für die Subskala Schmerzen ließ sich zu allen Kontrollzeitpunkte verglichen mit den präoperativen Werte eine signifikante Schmerzlinderung feststellen ($p < 0,05$). Tabelle 15 enthält die berechneten Students- Tests.

Students-Test WOMAC Schmerzen								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Unterer Wert	Oberer Wert			
präOP - 6Monate	- 33,44444	22,89419	5,39621	-44,82946	-22,05943	-6,198	17	0,000
präOP - 1Jahr	- 40,11111	22,12767	5,21554	-51,11494	-29,10728	-7,691	17	0,000
präOP - 2Jahre	- 44,88889	20,39864	4,80801	-55,03289	-34,74488	-9,336	17	0,000
präOP - 4Jahre	- 45,73333	26,25008	6,77774	-60,27014	-31,19652	-6,748	14	0,000
präOP - 6Jahre	- 46,46154	24,16821	6,70306	-61,06624	-31,85683	-6,931	12	0,000

Tabelle 15.: Students-Test WOMAC Schmerzen

3.2.4.2 Steifigkeit

In der Subklasse Steifigkeit des WOMAC zeigte sich präoperativ ein Mittelwert von $61 \pm 27,8$ (n=18).

Postoperativ nach einem halbem Jahr stieg der Mittelwert $83 \pm 21,2$ (n=18) und nach einem Jahr auf $88 \pm 16,8$ (n=18) sowie nach zwei Jahren auf $92 \pm 14,1$ (n=18). Nach vier Jahren betrug der Mittelwert konstant $92 \pm 9,2$ (n=15). Nach sechs Jahren sank der Mittelwert auf $85 \pm 14,2$ (n=13). Dennoch ließ sich eine signifikante Verbesserung der Steifigkeit in allen Kontrolluntersuchungen verglichen mit den präoperativen Werten erzielen ($p < 0,05$). Die Tabelle 16 enthält die berechneten Students- Tests.

Students-Test WOMAC Steifigkeit								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittel- wert	Standard - abweichung	Standard fehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Unterer Wert	Oberer Wert			
präOP - 6Monate	- 33,55556	25,88259	6,10059	-46,42667	- 20,68445	- 5,500	17	0,000
präOP - 1Jahr	- 38,55556	24,93338	5,87685	-50,95463	- 26,15648	- 6,561	17	0,000
präOP - 2Jahre	- 41,88889	20,95061	4,93811	-52,30738	- 31,47040	- 8,483	17	0,000
präOP - 4Jahre	- 42,53333	25,66506	6,62669	-56,74617	- 28,32050	- 6,418	14	0,000
präOP - 6Jahre	- 43,84615	23,90902	6,63117	-58,29423	- 29,39808	- 6,612	12	0,000

Tabelle 16.: Students- Tests WOMAC Steifigkeit

3.2.4.3 Körperliche Aktivität

Der Mittelwert der körperlichen Aktivität im Alltag war präoperativ $53 \pm 24,5$ ($n=18$). Nach einem halben Jahr stieg er auf $85 \pm 13,7$ ($n=18$) und nach einem Jahr auf 91 ± 10 ($n=18$) sowie nach zwei Jahren auf 94 ± 10 ($n=18$). In den vier Jahreskontrollen betrug der Mittelwert $95 \pm 7,3$ ($n=15$), jedoch sank er in der sechs Jahreskontrolle auf $85 \pm 14,2$ ($n=13$). Die Lebensqualität stieg signifikant zu jedem Kontrollzeitpunkt verglichen mit den präoperativen Werten ($p < 0,05$). Die Tabelle 17 enthält die berechneten Students-Tests.

Students-Test WOMAC körperliche Aktivität								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standard - abweichung	Standard - fehler des Mittelwert es	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Unterer Wert	Oberer Wert			
präOP - 6Monate	-32,6150	22,24388	5,24293	-43,67662	-21,55338	- 6,221	17	0,000
präOP - 1Jahr	-37,9094	24,52305	5,78014	-50,10447	-25,71442	- 6,559	17	0,000
präOP - 2Jahre	-40,8494	22,97076	5,41426	-52,27253	-29,42635	- 7,545	17	0,000
präOP - 4Jahre	-42,6666	29,18890	7,53654	-58,83094	-26,50240	- 5,661	14	0,000
präOP – 6Jahre	-41,0415	24,95756	6,92198	-56,12324	-25,95984	- 5,929	12	0,000

Tabelle 17.: Students- Tests WOMAC körperliche Aktivität

Die Abbildung 6 stellt die Mittelwerte dar. Die Untersuchungszeitpunkte sind in den Spalten dargestellt und die Punkteskala in der Zeile. 100 ist der Bestmögliche Wert. Die verschiedenen Kategorien stellen sich als Linie da.



Abbildung 6.: Mittelwerte der im WOMAC ermittelten Daten für Schmerz, Steifheit und Symptome im Kniegelenk für den Zeitraum präoperativ bis 6 Jahre postoperativ.

3.2.5 Knee Society Score

3.2.5.1 Knie Score

Der präoperative Mittelwert des Knie Score lag bei $65,27 \pm 9,8$ ($n=18$). Dieser stieg postoperativ nach einem halben Jahr auf $89,61 \pm 13$ ($n=18$), nach einem Jahr auf $87,56 \pm 14$ ($n=18$) und nach zwei Jahren auf $88,89 \pm 12,3$ ($n=18$). Vier Jahre nach der Implantation betrug der Mittelwert $89,14 \pm 12,9$ ($n=15$) und sechs Jahre danach $82,9 \pm 9,6$ ($n=13$).

Zu jedem Kontrollzeitpunkt konnte eine signifikante Verbesserung des Knie Scores verglichen mit den präoperativen Werten bewertet werden ($p < 0,05$).

Students-Test Knie Score								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standard - abweichung	Standard fehler des Mittel- wertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Unterer Wert	Oberer Wert			
präOP - 6Monate	-22,61538	17,39032	4,82321	-33,12425	- 12,10652	- 4,689	12	0,001
präOP - 1Jahr	-21,23077	13,23602	3,67101	-29,22922	- 13,23232	- 5,783	12	0,000
präOP - 2Jahre	-23,07692	15,45133	4,28543	-32,41407	- 13,73978	- 5,385	12	0,000
präOP - 4Jahre	-25,00000	14,93318	4,50252	-35,03225	- 14,96775	- 5,552	10	0,000
präOP - 6Jahre	-17,61538	14,66594	4,06760	-26,47792	-8,75285	- 4,331	12	0,001

Tabelle 18.: Students- Test Knie Score

3.2.5.2 Funktions-Score

Präoperativ betrug der Mittelwert 66 ± 22 ($n=18$) und stieg nach einem halben Jahr nach Implantation auf $88,34 \pm 14,4$ ($n=18$) und nach einem Jahr auf $89,17 \pm 15,7$ ($n=18$). Postoperativ nach zwei Jahren errechnete sich ein Mittelwert von $96,67 \pm 7,6$ ($n=18$) und nach vier Jahren von $98 \pm 5,6$ ($n=15$). Nach sechs Jahren sank der Mittelwert auf $95 \pm 7,7$ ($n=13$).

Der Funktions-Score verbesserte sich signifikant sechs Monate, ein Jahr, zwei Jahre, vier Jahre und sechs Jahre verglichen mit den präoperativen Werten ($p < 0,05$). Die Tabelle 19 enthält die berechneten Students- Tests.

Students-Test Funktions-Score								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standard - abweichung	Standard - fehler des Mittel- wertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Unterer Wert	Oberer Wert			
präOP - 6Monate	-24,23077	24,65142	6,83707	-39,12747	-9,33407	- 3,544	12	0,004
präOP - 1Jahr	-25,38462	29,33013	8,13471	-43,10863	-7,66060	- 3,121	12	0,009
präOP - 2Jahre	-33,84615	22,92686	6,35877	-47,70072	- 19,99159	- 5,323	12	0,000
präOP - 4Jahre	-33,33333	26,40018	7,62108	-50,10721	- 16,55946	- 4,374	11	0,001
präOP - 6Jahre	-30,00000	21,60247	5,99145	-43,05424	- 16,94576	- 5,007	12	0,000

Tabelle 19.: Students- Test Funktions-Score

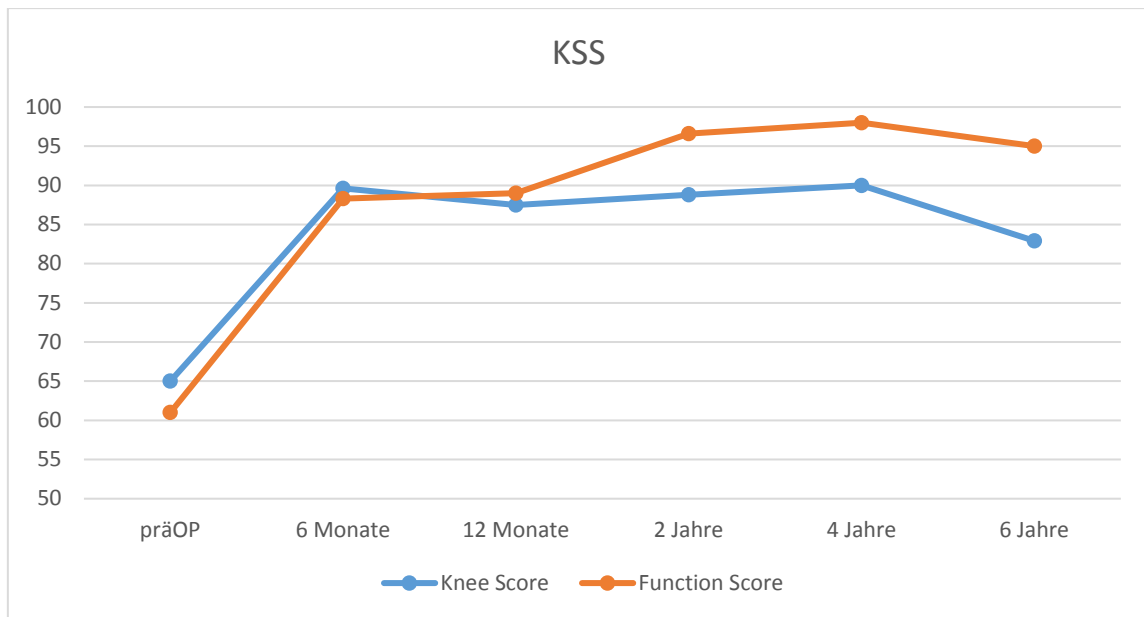


Abbildung 7.: Mittelwerte der Ergebnisse im KSS im Zeitraum präoperativ bis 6 Jahre postoperativ

3.3 Radiologische Ergebnisse

Jede Kontrolluntersuchung beinhaltete eine radiologische Untersuchung mittels MRT des betroffenen Kniegelenkes.

3.3.1 Morphologie

Die Morphologie des Meniskus wurde nach Genovese eingeteilt. 61,5% (8/13) zeigten ein kleineres Implantat mit irregulärer Oberfläche und 7,6% (1/13) ein kleineres Implantat mit regulärer Oberfläche. 30% (4/13) wiesen einen vollständig resorbierten Meniskus auf.

Bei 23 % (3/13) konnte in der Magnetresonanztomographie eine Synovitis festgestellt werden. Diese wurde als Reaktion auf das Implantat gewertet. Die folgende Tabelle 20 gibt die Verteilung der Morphologie der untersuchten Menisken an.

Grad	Anzahl der Befunde
I	0
IIa	1
IIb	8
III	4

Tabelle 20.: Verteilung der Morphologie der Menisken nach Genovese

Ein Chi-Quadrat- Test und eine exakter Test nach Fischer wurde durchgeführt um den Unterschied der Morphologie der Menisken sechs Monate und sechs Jahre nach der Operation auf Signifikanz zu prüfen. Alle erwartete Häufigkeiten lagen unter fünf. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied gezeigt werden ($p > 0,05$). Die folgende Tabelle 21 zeigt den berechneten Chi-Quadrat-Test und den exakten Test nach Fischer.

Chi-Quadrat-Tests Morphologie 6 Monate vs. 6 Jahre				
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	5,200 ^a	4	0,267	0,347
Wahrscheinlichkeits-Quotient	6,774	4	0,148	0,285
Exakter Test nach Fisher	5,119			0,285
Anzahl der gültigen Fälle	13			
a. 9 Zellen (100,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 0,23.				

Tabelle 21.: Chi- Quadrat- Test Morphologie

3.3.2 Interface

Interface bezeichnet die Oberfläche des Meniskus. Diese wurde auch nach Genovese eingeteilt. 46,1% (6/13) zeigten keine Lücke und 53,9% (7/13) zeigten eine Lücke zwischen Meniskus und dem Implantat.

Grad	Anzahl der Befunde
0	6
1	7

Tabelle 22.: Verteilung der Oberfläche der Menisken nach Genovese

Mit Hilfe eines Chi-Quadrat- Tests und einem exakten Test nach Fischer wurde die Signifikanz der Oberfläche der Menisken sechs Monate und sechs Jahre nach der Operation berechnet. Alle erwarteten Häufigkeiten waren unter fünf. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied gezeigt werden ($p > 0,05$). Die folgende Tabelle 23 zeigt den berechneten Chi-Quadrat-Test und den exakten Test nach Fischer.

Chi-Quadrat-Tests Interface 6 Monate vs. 6 Jahre					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,124 ^a	1	0,725	1,000	0,587
Kontinuitätskorrektur ^b	0,000	1	1,000		
Wahrscheinlichkeit-Quotient	0,124	1	0,724	1,000	0,587
Exakter Test nach Fisher				1,000	0,587
Anzahl der gültigen Fälle	13				
a. 4 Zellen (100,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 2,31.					
b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet					

Tabelle 23.: Chi-Quadrat-Test Interface

3.3.3 ICRS

Der femorale und tibiale Knorpel wurde nach ICRS eingeteilt. 46% (6/13) zeigten mediotibial einen normalen Knorpelstatus und 23% (3/13) mediofemoral. 7,6% (1/13) hatte mediofemoral eine oberflächliche Fissur des Knorpels. 23% (3/13) zeigten mediotibial und 38,5% (5/13) mediofemoral eine Knorpelläsion mit Ausdehnung bis zu 50% der Knorpeldicke. 30,7% (4/13) wiesen eine Knorpelläsion mit Ausdehnung über 50% der Knorpelschicht mediotibial auf und 23% (3/13) mediofemoral des betroffenen Kniegelenkes. 7,6% (1/13) zeigte mediofemoral eine Knorpelläsion bis in die kalzifizierende Knorpelschicht. Knorpeldefekte mit Beteiligung der subchondralen Schicht wurden nicht gefunden.

Grad	Medial tibial	Medial femoral
0	6	3
I	0	1
II	3	5
IIIa	4	3
IIIb	0	1
IIIc	0	0
IV	0	0

Tabelle 24.: Verteilung des Knorpelstatus nach ICRS

Der Knorpelstatus sechs Monate und sechs Jahre nach der Operation wurde mit Hilfe eines Chi-Quadrat- Tests und dem exakten Test nach Fischer auf einen signifikanten Unterschied geprüft. Alle zu erwarteten Häufigkeiten waren unter fünf. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied gezeigt werden ($p > 0,05$). Die folgenden Tabellen 25 und 26 zeigen die berechneten Chi-Quadrat-Tests und den exakten Test nach Fischer.

Chi-Quadrat-Tests ICRS Medial Tibial 6 Monate vs. 6 Jahre				
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,229 ^a	6	0,398	0,472
Wahrscheinlichkeits-Quotient	7,556	6	0,272	0,431
Exakter Test nach Fisher	6,411			0,347
Anzahl der gültigen Fälle	13			
a. 12 Zellen (100,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 0,23.				

Tabelle 25.: Chi-Quadrat-Test ICRS mediotibial 6 Monate vs. 6 Jahre

Chi-Quadrat-Tests ICRS Medial Femoral 6 Monate vs. 6 Jahre				
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	27,348 ^a	12	0,007	0,013
Wahrscheinlichkeits-Quotient	15,543	12	0,213	0,104
Exakter Test nach Fisher	16,396			0,104
Anzahl der gültigen Fälle	13			
a. 20 Zellen (100,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 0,08.				

Tabelle 26.: Chi-Quadrat- Test ICRS mediofemoral 6 Monate vs. 6 Jahre

Die Auswertungen des intraoperativen Knorpelstatus während der arthroskopischen Implantation des Scaffolds wurden mit einem Chi-Quadrat-Test und einem exakten Test nach Fisher mit dem Knorpelstatus sechs Jahre nach Implantation auf Signifikanz geprüft. Alle erwarteten Häufigkeiten waren unter fünf. Es ergab sich keine statistisch signifikanten Unterschied ($p > 0,05$). Die folgende Tabelle 27 zeigt den berechneten Chi-Quadrat-Test und den exakten Test nach Fisher.

Chi-Quadrat-Tests ICRS präoperativ vs. 6 Jahre						
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)	Punkt-Wahrscheinlichkeit
Chi-Quadrat nach Pearson	9,913 ^a	8	0,271	0,314		
Wahrscheinlichkeits-Quotient	11,917	8	0,155	0,194		
Exakter Test nach Fisher	10,020			0,197		
Zusammenhang linear-mit-linear	5,465 ^b	1	0,019	0,012	0,005	0,005
Anzahl der gültigen Fälle	13					
a. 15 Zellen (100,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 0,15.						
b. Die standardisierte Statistik ist 2,338.						

Tabelle 27.: Chi-Quadrat-Test ICRS präoperativer Status vs. 6 Jahre

3.3.4 Knochenläsionen

Die Knochenläsionen des Femur und der Tibia wurden nach Lynch eingeteilt. 84,6% (11/13) zeigten keine Knochenläsionen. 15,4% (2/13) wiesen mediotibial und 15,4% (2/13) mediofemoral eine diffuse Knochenläsion auf. Keiner der operierten Probanden zeigte eine Knochenläsion mit kortikaler oder subkortikaler Beteiligung.

Grad	Medial tibial	Medial femoral
0	11	11
1	2	2
2	0	0
3	0	0

Tabelle 28.: Verteilung der Befunde der Knochenläsionen nach Lynch

Ein Chi-Quadrat- Test und ein exakter Test nach Fischer wurden durchgeführt um die Knorpelläsionen des Knorpels des medialen Femur sowie der Tibia sechs Monate und sechs Jahre nach der Operation auf Signifikanz zu überprüfen. Alle erwarteten Häufigkeiten waren unter fünf. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied gezeigt werden ($p > 0,05$). Die folgenden Tabellen 29 und 30 zeigen die berechneten Chi-Quadrat-Tests und den exakten Test nach Fischer.

Chi-Quadrat-Tests Lynch Medial Tibial 6 Monate vs. 6 Jahre					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	1,051 ^a	1	0,305	0,538	0,462
Kontinuitätskorrektur ^b	0,037	1	0,848		
Wahrscheinlichkeits-Quotient	1,628	1	0,202	0,538	0,462
Exakter Test nach Fisher				1,000	0,462
Anzahl der gültigen Fälle	13				
a. 3 Zellen (75,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 0,62.					
b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet					

Tabelle 29.: Chi-Quadrat- Berechnung für Knochenläsionen mediotibial

Chi-Quadrat-Test Lynch Medial Femoral 6 Monate vs. 6 Jahre					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	0,014 ^a	1	0,906	1,000	0,731
Kontinuitätskorrektur ^b	0,000	1	1,000		
Wahrscheinlichkeits-Quotient	0,014	1	0,906	1,000	0,731
Exakter Test nach Fisher				1,000	0,731
Anzahl der gültigen Fälle	13				
a. 2 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,92.					
b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet					

Tabelle 30.: Chi-Quadrat- Test für Knochenläsion mediofemoral

3.4.5. Signalintensität des Scaffolds

Die Signalintensität des Scaffolds des Meniskus wurde nach Genovese eingeteilt. 69,2% (9/13) zeigten ein deutlich hyperintenses Implantat. 30,8% (4/13) wiesen einen vollständig resorbierten Meniskus auf, aus diesem Grund konnte die Signalintensität des Scaffolds nicht bewertet werden. Kein Patient hatte einen behandelten Meniskus, der isointens, ähnlich eines nativen Meniskus, oder leicht hyperintens erschien.

Grad	Befunde im MRT
X	4
1	0
2	0
3	9

Tabelle 31.: Verteilung der Signalintensität nach Genovese

Ein Chi-Quadrat Test nach Pearson und ein Exakter Test nach Fisher wurden durchgeführt um die Signalintensität der Scaffolds sechs Monate und sechs Jahre nach der Operation zu überprüfen. Alle erwarteten Häufigkeiten waren unter fünf. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied gezeigt werden. Die folgende Tabelle 32 zeigt die berechneten Chi-Quadrat-Tests.

Chi-Quadrat-Tests Signalintensität 6 Monate vs. 6 Jahre					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	1,051 ^a	1	0,305	0,538	0,462
Kontinuitätskorrektur ^b	0,037	1	0,848		
Wahrscheinlichkeits-Quotient	1,628	1	0,202	0,538	0,462
Exakter Test nach Fisher				1,000	0,462
Anzahl der gültigen Fälle	13				
a. 3 Zellen (75,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 0,62.					
b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet					

Tabelle 32.: Chi-Quadrat-Berechnung für die Signalintensität des Scaffolds

4 Diskussion

4.1 Allgemeine Diskussion

Das Ziel dieser Single-Center-Studie ist es, Mittelfristige Ergebnisse bezüglich Schmerzreduktion, Wiederherstellung der Kniefunktion, Patientenzufriedenheit und Regeneration von Meniskusgewebe nach medialer Implantation eines Actifit®-Scaffold zu evaluieren.

30,8% (4/13) der Patienten betätigen sich regelmäßig und 15,4% (2/14) gelegentlich im Wettkampfsport. Somit sind insgesamt 46% im Wettkampfsport aktiv. Die restlichen 53% sind auch in ihrer Freizeit sportlich aktiv. Kein einziger Proband muss sich auf geringe sportliche Aktivität, auf Grund von Beschwerden mit dem Knie, beschränken. Aktuell konnte nur Filardo [34] auch eine signifikante Verbesserung der sportlichen Aktivität nachweisen. Jedoch nicht im Vergleich zu der sportlichen Aktivität vor der Verletzung des Meniskus. Uns liegen keine Daten zu der Prävalenz der sportlichen Belastung der Patienten vor ihrer Meniskusläsion vor. Aktuell berichten 46% (6/13) der Patienten, während dem Sport, Probleme beim in die Hocke gehen zu haben. 38,5% (5/13) gaben dabei an ihre Lebensweise verändert zu haben, um Verletzungen des

Kniegelenkes vorzubeugen. Ob die sportliche Aktivität auf diesem hohen Level konstant bleibt, ist weiter zu prüfen.

Insgesamt konnten wir nach sechs Jahren eine signifikante Verbesserung im VAS und im KOOS in den Unterklassen Schmerz, Aktivität im täglichen Leben, Sport und Freizeit sowie Lebensqualität. Jedoch zeigte sich nach sechs Jahren keine signifikante Verbesserung der Symptome, aber eine signifikante Verbesserung der Knie Scores und Funktions-Scores im KSS.

Die kontinuierlich guten klinischen Ergebnisse im VAS und KOOS konnten auch durch Leroy und Monllau [68, 74] nach fünf Jahren bestätigt werden. Dhollander [23] beschrieb ebenfalls stabile klinische Ergebnisse im VAS und KOOS, wobei die Ergebnisse des medialen Meniskus bessere Werte als der laterale Meniskus zeigten. Dies ist auf die vermehrte biomechanische Belastung des lateralen Meniskus zurückzuführen[78]. Bouyarmane[12] spezialisierte sich auf die Implantation des Actifit®-Scaffold bei lateralen Meniskusläsionen. In allen Schmerz und Funktions-Scores konnte nach zwei Jahren eine Verbesserung zum präoperativen Status festgestellt werden. De Coninck [21] zeigte ebenfalls eine signifikante Schmerzlinderung im VAS und eine klinische Verbesserung im KOOS nach zwei Jahren. Weitere Daten bezüglich eines Langzeit-Follow-up sind nötig, um eine abschließende Aussage über das klinische Outcome treffen zu können.

Neben dem synthetisch hergestellten Implantat aus Polyurethan ist das Kollagen Meniskus Implantat Gegenstand aktueller Studien. Im Vergleich zu einer partiellen Meniskektomie konnte gezeigt werden, dass es zu einer signifikanten Schmerzminderung und verbesserter Mobilität des Kniegelenkes kommt [83].

Die Werte für die sportliche Aktivität nach Implantation eines CMI nahmen nach fünf und zehn Jahren wieder ab[42]. Insgesamt entwickelte sich die sportliche Aktivität der Patienten postoperativ positiv, dennoch blieb sie unter den vor der Verletzung gemessenen Werten [42]. Der IKDC Score zeigte in der Auswertung nach fünf Jahren fast Werte eines gesunden Kniegelenkes [42]. Insgesamt zeigten sich gemessen am VAS, Tegner- und Lysholm-Score signifikant verbesserte klinische Ergebnisse [42, 90, 108].

In dieser Arbeit zeigten sich vollständig resorbierte Implantate oder verkleinerte Implantate mit irregulärer Oberfläche und einer vermehrten Hyperintensität im MRT. Diese Beobachtung konnte durch mittelfristige Ergebnisse von Dollhander, Monllau und

Leroy für das Implantat aus Polyurethane [23, 68, 74] und von Bulgheronie und Zaffagini [14, 107] für das CMI bestätigt werden. Kurzeitergebnisse zeigten zuvor ein verkleinertes Implantat, Typ II nach Genovese [14, 34, 89].

Mittelfristige Ergebnisse für das CMI zeigten einen konstanten Knorpelstatus ebenso wie in dieser Arbeit [14, 106]. Zaffagini berichtete nach 10 Jahren über CMI mit nahezu derselben Signalintensität und Form eines gesunden Meniskus im MRT [108].

Vor der Implantation des zellfreien Meniskusimplantates unterzogen sich alle 18 Probanden dieser Studie einer Arthroskopie zur diagnostischen Sicherung des Knorpelstatus. Der präoperative Knorpelstatus wurde nach Outerbridge klassifiziert. Die MRT Befunde wurde mit Hilfe der ICRS in den Kontrolluntersuchungen befundet [27].

44,4% (8/18) zeigten präoperativ keine nennenswerten Auffälligkeiten. Bei 5,5% (1/18) wurde ein fast normaler Knorpelstatus, bei 22,2% (4/18) eine Knorpelläsion bis 50% und bei 11,1% (2/18) über 50% der Knorpelschicht dokumentiert. 11,1% (2/18) wiesen intraoperativ eine Knorpelläsion bis zur kalzifizierenden Schicht auf. Bei 5,5% (1/18) war eine Knorpelläsion mit Knochendefekt sichtbar.

Diagnostisch wurde präoperativ eine Chondralkalzinose (5,5%) bei einem Patienten festgestellt. Aktuell ist das Implantat dieses Patienten vollständig resorbiert und der Knorpel hat eine Läsion über 50% der Knorpeldicke.

5,5% (1/18) zeigten einen Z.n. Mikrofraktur mit regeneriertem Gewebe in der präoperativen Arthroskopie. In der sechs Jahreskontrolluntersuchung zeigte dieser Meniskus im MRT eine Knorpelläsion über 50% der Knorpeldicke sowie eine Synovitis, die als Reaktion auf das Implantat zu werten ist.

Der Chi-Quadrat Test ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den erhobenen Werten präoperativ und in der Kontrolluntersuchung nach sechs Jahren. Bei der Chi-Quadrat- Unabhängigkeitsrechnung mit den Werten sechs Monate und sechs Jahre nach der Operation zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied. Das Resultat dieser Arbeit ist ein konstanter Knorpelstatus.

Rodkey konnte in seiner Studie nach Implantation eines CMI bereits nach einem Jahr zu 90% gut ausgebildetes neues Gewebe im Meniskus feststellen [83]. Ein knorpelprotektiver Effekt konnte durch Zaffagini zehn Jahre nach Implantation des CMI bestätigt werden [108]. Zaffagini evaluierte die radiologischen Ergebnisse mehrerer Studien nach CMI Implantation und konnte zeigen, dass einige Implantate eine Signalintensität eines fast normalen Meniskus aufwiesen [107]. Jedoch zeigte sich das

Implantat in den meisten Fällen verkleinert und hyperintens. Die Hypothese der Autoren, dass womöglich der Druck auf das Gelenk und das Scaffold die Einwanderung der Zellen und die Gewebeproliferation verhindert, und so zu einem verkleinerten Implantat führt, bleibt zu prüfen [107].

Verdonk [100] stellte proliferierendes, dreischichtiges meniskeales Gewebe in 81% der Fälle da. Die Validität muss kritisch hinterfragt werden, da die Biopsie an einem freien Rand des Implantates entnommen wurde. Zudem stagnierte das Gewebe in den folgenden Jahren. Nach Dhollander [23] konnte ein stabiler Knorpelstatus nach fünf Jahren in 47% der Fälle festgestellt werden, somit aber kein positiver Effekt für die Regeneration von Meniskusgewebe.

Faivre [32] berichtete über einen konstanten Knorpelstatus. Ein Jahr nach Versorgung des Knies mit dem Implantat aus Polyurethan zeigte sich eine gehäufte Extrusion des Meniskus in der koronalen Ebene. Obwohl die Extrusion nach fünf Jahren rückläufig war, zeigte die MRT verkleinerte Implantate. Ihrer Auffassung nach seien die Extrusion der Menisken und die folgende Verkleinerung der Implantate verantwortlich für den Stillstand des Knorpelstatus und die schlechten Ergebnisse der Biomechanik des Knies [21, 37]. Die Autoren nehmen an, dass zusätzliches Abtrennen von meniskalem Gewebe, für die Implantation, zur Extrusion und einem erhöhten Risiko von Osteoarthritis führt. DeConinck und Monllau [21, 74] beklagten ebenfalls vermehrte meniskeale Extrusion. Dabei solle in Zukunft eine genauere Anpassung des Implantates an die Meniskusläsion mittels MRT erfolgen, da eine dicke verbleibende Randzone die radiale Verschiebung limitieren würde [21].

In dieser Arbeit sind nach sechs Jahren 30,8% (4/13) Extrusionen des Implantates im MRT nachgewiesen worden. In der Kontrolluntersuchung nach vier Jahren waren es ebenfalls 30,8% Extrusionen. Von den bekannten Extrusionen ging eine im Verlauf der Nachsorge verloren. 25% (1/4) wurden neu detektiert. 75% (3/4) der Extrusionen blieben erhalten. Die dokumentierten Extrusionen unserer Studie zeigten im MRT verkleinerte Implantate mit irregulärer Oberfläche. 25% (1/4) zeigten eine Lücke, aber einen normalen Knorpelstatus (ICRS 0). 50% (2/4) wiesen einen ICRS IIa auf und 25% (1/4) einen ICRS III.

Die klinischen Ergebnisse waren sehr gut und die Funktionalität der Kniegelenke intakt. Negative Auswirkungen auf die Funktion des Kniegelenkes durch die Extrusion lassen

sich nicht feststellen. Dies konnte auch in Kurzzeitergebnissen bestätigt werden [21, 34, 99].

In dieser Arbeit wiesen 23% (3/13) eine Synovitis auf, die als Reaktion auf das Implantat gewertet wurde und eine beginnende Resorption darstellt. Bei 30,8% (4/13) hat sich das Implantat vollständig resorbiert. Dieser Abbau des Implantates war nach fünf bis sechs Jahren zu erwarten [100].

Von den resorbierten Implantaten gingen 75% (3/4) mit signifikant guten klinischen und funktionellen Ergebnissen im VAS, KOOS und KSS einher. Davon war ein Patient Raucher und ein anderer entwickelte zusätzlich eine Synovitis. 50% (2/4) mit resorbiertem Implantat wiesen einen ICRS II auf. Die anderen 50% (2/4) mit resorbiertem Implantat zeigten einen ICRS IIIa sowie eine diffuse Knochenläsion im MRT.

Insgesamt müssen wir über 30,8% (4/13) detektierte Knochenläsionen berichten. Bei 50% (2/4) zeigte sich zusätzlich zur diffusen Knochenläsion eine Extrusion, bei den anderen 50% zeigte sich ein resorbiertes Implantat. 50% der Knochenläsion blieben erhalten, 50% wurden neu dokumentiert. Eine Knochenläsion konnte nicht nachuntersucht werden.

Ein Patient mit Knochenläsion (25% n=4) wies eine signifikante Verschlechterung der klinischen Beschwerden verglichen mit den Werten nach vier Jahren im KOOS auf (KOSS-Gesamt: 93 vs.57; $p=0,04$). Zudem bestand gleichzeitig eine Knorpelläsion bis 50%, eine Knochenläsion und ein vollständig resorbiertes Implantat. Es ist zu erwähnen, dass der Proband am Wettkampfsport teilnahm. Dadurch entsteht eine vermehrte biomechanische Belastung und Abnutzung. In der Literatur wurde bisher über keine vermehrten Knochenläsionen berichtet.

In der Gesamtauswertung zeigt die arthroskopische Behandlung mit einem Meniskusimplantat aus Polyurethan bei Patienten mit chronischen segmentalen Meniskusläsionen eine Schmerzreduktion und eine Verbesserung der Kniefunktion. Besonders erfreulich ist die Tendenz zu sportlichen Aktivitäten im Wettkampf. Jedoch sollten Patienten über mögliche Konsequenzen informiert werden [68]. Die Befunde im MRT zeigten einen konstanten Knorpelstatus. Bisher konnte kein Unterschied in den klinischen und radiologischen Ergebnissen zwischen dem CMI und Actifit® festgestellt werden [52].

An der Patientenzufriedenheit besteht kein Zweifel, denn alle Patienten waren mit den Ergebnissen der Operation zufrieden und würden sich erneut ein Actifit®-Scaffold implantieren lassen.

Das Implantat aus Polyurethan zeigt somit optimistische mittelfristige Ergebnisse und bietet eine gute Therapieoption für das Post-Meniskektomie-Syndrom.

4.1.1 Therapieversager

Nach sechs Jahren müssen wir über einen Therapieversager (7,6%) berichtet. Dieser erhielt nach der vierten Kontrolluntersuchung eine HTO. Klinisch konnten signifikant gute Ergebnisse im KOOS dokumentiert werden, jedoch zeigte sich im MRT ein ICRS IIIb. Präoperativ erschien in der Arthroskopie das gleiche Bild. Gelber [38] verglich die Ergebnisse einer medialen öffnenden Osteotomie mit denen eines Actifit®-Implantates bei Probanden mit Varus-Fehlstellung und gleichzeitig bestehender partieller Meniskektomie. Er stellte die Hypothese auf, dass sich die Varus-Fehlstellung und die Meniskusläsionen gegenseitig bedingen. Es zeigten sich signifikant bessere funktionelle Ergebnisse nach der Osteotomie als nach Implantation des Scaffolds. Zu diskutieren wäre, ob die Operation der hohen Tibiaosteotomie ein zusätzliches Trauma für den Knorpel darstellt und das Knorpelwachstum stoppt oder sogar verhindert [78]. In der Literatur wird von einer verschlechterten Heilungstendenz des Knorpels nach einer hohen Tibiaosteotomie ausgegangen [67]. Wie zuvor durch Schüttler [89] erwähnt, lassen sich die Ergebnisse von Gelber [38] nicht mit denen dieser Studie, aufgrund des unterschiedlichen Patientenkollektives, vergleichen.

Dhollander [23] berichtete über eine hohe Rate an Therapieversagern (38%), dabei war hauptsächlich der laterale Meniskus betroffen. Er nahm an, dass es zu einer vermehrten Abnutzung des lateralen Meniskus durch den biomechanischen Druckausgleich kommt. Zur Revision wurde das Implantat entfernt, ein allogenes Transplantat, eine mediale Oberflächenersatz oder eine Totalendoprothese eingesetzt [23]. Leroy [68] berichtete über ein Therapieversagen von 23% und Faivre über 15% [32]. Leroy nahm an, dass die Verschlechterung des Knorpelstatus Genese der schlechten klinischen Ergebnisse sei [68]. Bouyamane und Filardo berichteten über geringere Misserfolge wie ein steifes Knie und eine Nervenläsion [12, 34].

In der Literatur wird über ein Scheitern der Therapie mittels CMI von insgesamt 3,8 % berichtet [42]. Komplikationen wie Schwellung, Schmerzen, Nervenverletzungen und

Instabilität wurden dokumentiert [42]. Eine Revision war in 6,8% der Fälle nötig. Wobei am häufigsten ein Gelenk-Debridement durchgeführt wurde. Zudem wurde eine Allograft Implantation durchgeführt, eine hohe tibiale Osteotomie sowie weitere Eingriffe auf Grund von Komorbiditäten am Kniegelenk. Im Vergleich mit dem Einsatz von Schrauben oder der Intraartikulären Naht zeigte das CMI die niedrigste Komplikationsrate.

Es gilt weiter Einflüsse, die das Wachstum des Knorpels verhindern aufzudecken und somit das klinische Outcome zu verbessern.

4.2 Methodenkritik

Ein Kritikpunkt ist die Magnetresonanztomographie als diagnostisches Mittel zur Beurteilung des Knorpelstatus. Die MRT gilt als diagnostischer Standard in der Untersuchung von Meniskusläsionen, Abnormitäten, Resektionen und bei Weichteilen des Kniegelenkes [19, 46].

Die Stärken der MRT sind die nicht invasive Technik und die Bandbreite der diagnostischen Möglichkeiten, jedoch ist es teuer und zeitaufwendig [19]. Die Aussagekraft in der Beurteilung von Knorpel ist umstritten. Die MRT habe eine geringe Sensitivität für geringgradige Knorpelläsionen nach ICRS Grad I und II [80]. In dieser Studie wurde darauf Rücksicht genommen und ICRS Grad I Befunde höher eingestuft.

Auf der anderen Seite gelten Befunde im MRT als frühe Osteoarthritis Marker [69].

Zeichen für Osteoarthritis würden häufig bei mittel bis alten Patientin auftreten, ohne dass diese sich über Schmerzen beklagen[45]. Demnach wird vor einer Überinterpretation der MRT Befunde ohne passende Klinik in Form von Schmerzen, Steifheit und Funktionsverlust des Kniegelenkes gewarnt [69]. Guermazi [45] zeigte, dass bei Patienten mit Schmerzen häufig kein radiologisches Korrelat gefunden werden konnte. In dieser Studie wurden Abnormitäten im MRT beschrieben ohne dass die Patienten über Schmerzen klagten oder eine Funktionseinschränkung des Knies in der klinischen Untersuchung festgestellt werden konnte. Die klinische Signifikanz des MRT muss somit hinterfragt werden.

Eine Limitation dieser Studie ist das Fehlen einer Kontrollgruppe. Nur durch den Vergleich von Patienten mit einer partiellen Menishektomie kann eine valide Aussage über den Knorpelstatus erbracht werden. Zudem stellt das Fehlen einer Kontrollgruppe ein Problem für einen möglichen Bias da, insbesondere in Regression zum Mittelwert.

Eine weitere Limitation der Studie ist die geringe Anzahl an Probanden. Die berechnete Signifikanz mittels Chi-Quadrat- Test für die radiologische Bildgebung zeigte in allen Berechnungen eine erwartete Häufigkeit von unter fünf. Um Fehler zu vermeiden wurde zusätzlich der exakte Test nach Fischer berechnet. Die Interpretation der Ergebnisse kann dennoch fehlerhaft sein. Wenn die erwartete Häufigkeit kleiner fünf ist, ist anzunehmen, dass ein größeres Kollektiv benötigt wird, um eine valide Aussage treffen zu können [33].

4.3 Klinische Relevanz

Verletzungen des Meniskus und ihre Therapieoptionen sind Gegenstand aktueller Forschung. Dies liegt daran, dass sich der avaskuläre Meniskus nicht eigenständig regenerieren kann und die Inzidenz der Gonarthrose durch Verletzungen und Fehlbelastung des Kniegelenkes stetig steigt. Außerdem korreliert eine Meniskusteilresektion mit einem 20-fach erhöhten Arthroserisiko [40]. Der demografische Wandel der immer älter werdenden Generation ,welche sportlich aktive bleiben will, und der Anspruch der Operateure immer bessere Resultate zu erzielen, fordert auf lange Sicht eine Therapie zu finden die Schmerzfreiheit, volles Bewegungsausmaß und eine Arthroseprävention bewirkt.

Die besondere Fragestellung der mittelfristigen Ergebnisse dieser Arbeit nach sechs Jahren galt dem Wachstum von neuem Gewebe des Meniskus. Dies wurde erwartet, da sich das Actifit®-Implantat nach fünf bis sechs Jahren auflöst [100].

Das Ziel mit der Implantation eines Scaffold auf lange Sicht den Knorpel zu schützen und die Osteoarthrose zu verhindern wird in aktuellen Studien kontrovers diskutiert.

Kurzfristige Annahmen einen positiven Effekt auf das Knorpelwachstum erzielt zu haben, zeigten sich in Langzeit Ergebnissen für das Actifit®-Scaffold rückläufig [23, 100].

In der Literatur lässt sich ein konstanter Knorpelstatus für das Actifit® sowie für das CMI Implantat nachweisen [14, 23, 32, 42, 68]. Dies konnte durch unsere Studie bestätigt werden. Es fehlt jedoch eine MRT der präoperativen Knorpel um einen validen Vergleich bezüglich des Knorpelstatus treffen zu können.

Als mögliche weitere Einflussfaktoren auf den Knorpelstatus und die Regeneration von neuem Gewebe befragten wir die Probanden nach der Stoffwechselkrankheit Diabetes

mellitus sowie ihrem Nikotinkonsum. Niemand leidet an Diabetes mellitus aber 50% der Befragten sind aktive Raucher. In dieser Arbeit konnte kein Zusammenhang zwischen dem Knorpelstatus und dem Nikotinkonsum festgestellt werden.

Verdonk [24] geht aktuell davon aus, dass das Implantat nur eine mittelfristige Linderung der Beschwerden erbringt. Nach seinen Aussagen erbringt eine konservative Therapie des Post-Meniskektomie-Syndroms nur eine kurzzeitige Schmerzlinderung und ein Meniskustransplantat eine langfristige Schmerzlinderung. Eine spätere Osteotomie oder ein Gelenkersatz aufgrund der fortschreitenden Osteoarthrose sei unumgänglich. Verdonk [100] schloss 52 Probanden ein, wobei über ein Therapieversagen von 38% berichtet wurde. Wir müssen über 5,5% Therapieversager berichten. Zudem zeigten sich in dieser Studie Komplikationen in Form von Synovitis (23%), Extrusionen (30,8%) und Knochenläsionen (30,8%). Ein klinisches Korrelat in Form von Schmerzen und Bewegungseinschränkungen ließ sich nicht feststellen. Insgesamt zeigte sich ein konstanter Knorpelstatus.

Es sollten weitere postoperativer Kontrolluntersuchung durchgeführt werden, da derzeit keine Langzeitergebnisse über das Actifit®- Implantat bestehen. Nur so kann das klinische Outcome weiter evaluiert werden. Die Signifikanz der Korrelation zwischen Klinik und radiologischen Ergebnissen bleibt zu prüfen.

5 Zusammenfassung

Es fehlen Informationen über mittelfristige Ergebnisse von Actifit®- Implantaten, die zuvor zu einer Schmerzreduktion und einer verbesserten Kniefunktion führten. Ziel dieser Arbeit war es die klinischen und radiologischen Ergebnisse sechs Jahre nach Implantation eines zellfreien Implantates aus Polyurethan zu evaluieren.

18 Patienten erhielten arthroskopisch ein Actifit®- Meniskusimplantat aus Polyurethan (Orteq Sports Medicine, London, UK). Alle Patienten litten an einem Postmeniskektomie-Syndrom. Die Ergebnisse wurden nach sechs Monaten, einem Jahr sowie nach zwei, vier und sechs Jahren evaluiert. Die klinischen Ergebnisse wurden anhand von etablierten Klassifikationen beurteilt (KOOS, KSS, UCLA Activity Scale, VAS). Zur Beurteilung der Morphologie des Implantates, des regenerierten Gewebes, des Knorpelstatus sowie von Entzündungsreaktionen wurde ein MRT nach sechs Monaten, einem, zwei, vier und sechs Jahren durchgeführt.

Ein Patient schied aus der Studie aus. Vier Patienten gingen im Verlauf der Nachuntersuchung verloren. Der Altersdurchschnitt der Probanden war 36,9 Jahre (24-52 Jahre).

Nach sechs Jahren konnte eine signifikante Schmerzreduktion im VAS-Score und signifikant verbesserter Knie- und Funktions-Scores im KSS verglichen mit den präoperativen Werten gemessen werden (Mittelwerte: 5 vs. 1 $p=0,001$; 65,2 vs. 82,9 $p=0,001$; 66 vs. 95 $p=0,001$). Zudem zeigte sich eine signifikante Steigerung der sportlichen Aktivität im UCLA bis hin zum Wettkampfsport (5,4 vs. 7,6 $p=0,007$). Im KOOS ließen sich signifikante Verbesserung für Schmerzreduktion, Aktivität im Alltag, Sport und Lebensqualität im Vergleich mit den präoperativen Werten evaluieren (7 vs. 92 $p=0,001$; 52,8 vs. 91 $p=0,001$; 26,2 vs. 79,8 $p=0,001$; 28,1 vs. 74 $p=0,001$). Für die Subklasse Symptome ließ sich kein signifikanter Unterschied nachweisen (Mittelwert 3,3 ± 18 $p=0,562$). Wir müssen über einen Therapieversager (7,6% $n=13$) berichten, welcher eine hohe tibiale Osteotomie zwischen der vier und sechs Jahreskontrolle erhielt.

Der Knorpelstatus blieb mittelfristig konstant verglichen mit den präoperativen Voruntersuchungen. Das MRT zeigte verkleinerte Implantate mit einem hyperintensiven Signal und vier vollständig resorbierte Implantate. Es präsentierten sich vier Extrusionen, vier diffuse Knochenläsionen und drei Synovitiden im MRT. Eine Knochenläsion korrelierte mit einer signifikanten klinischen Verschlechterung im KOOS (KOOS-Gesamt: 93 vs.57; $p=0,04$) verglichen zu der vier Jahreskontrolle. Da der Proband an Wettkampfsportarten teilnahm, sollten Patienten über mögliche Konsequenzen informiert werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Actifit®-Implantat zu einer Schmerzreduktion und erhaltener Kniefunktion beiträgt.

6 Abstract

There is lack of information about midterm results of Actifit®-Scaffolds, which showed pain reduction and improvement of knee function in earlier studies. The purpose of this study was to evaluate the clinical and radiology results six years after implantation of a polyurethane scaffold.

Eighteen patients were operated arthroscopically and an Actifit® polyurethane meniscal implant (Orteq Sports Medicine, London, UK) was integrated into the meniscal tissue. All patients suffered from a postmeniscal-syndrom. Follow-up occurred at six months, a year, as well as after two, four and six years. The clinical outcomes were assessed using valid classifications for pain, symptoms, knee function and activity (VAS, KOOS, KSS, UCLA Activity Scale). In order to evaluate scaffold morphology, tissue integration, status of the articular cartilage, and signs of inflammation, an MRI scan was performed after six months, a year, two, four and six years.

Four patients were lost during the follow-up. One patient dropt out.

Median patient age was 36.9 (range 24–52 years). After six years a significant reduction of pain in the VAS- Score and an improvement of The KSS Knee and Function Scores compared to the knee function prior to the Actifit®-Scaffold implantation could be measured (mean VAS and KSS :5 vs.1 $p=0,001$; 65,2 vs. 82,9 $p=0,001$; 66 vs. 95 $p=0,001$). According to UCLA the activity level continued to improve after six years up to competitive sport (5,4 vs. 7,6 $p= 0,007$)

The KOOS showed significant improvement in pain reduction, the knee function in daily life, sports and quality of life compared with preoperative figures (7 vs. 92 $p= 0,001$; 52,8 vs. 91 $p=0,001$; 26,2 vs. 79,8 $p=0,001$; 28,1 vs. 74 $p=0,001$). Only the subclass symptoms showed no significant change (60 vs. 86,7 $p=0,562$). We have to report a treatment failure (7,6% $n=13$) after one patient received an high tibial osteotomy between the four and six year follow up.

ICRS cartilage score was constant over six years. The MRI showed the meniscal scaffold with a hyperintens signal and reduced size and four fully resorbed scaffolds. Four

extrusions, four bone bruises and three synovitides where documented. One bone bruise correlated with a significant worsening of the clinical Outcome in KOOS (KOSS: 93 vs.57; $p=0,04$) compared to the follow-up after four years. The patient participated in competitive sport, thus patient should be informed about possible consequences.

In conclusion, it has been shown that the Actifit®-Scaffold contributes to pain reduction and obtains knee function. The cartilage status remains constant.

7 Literaturverzeichnis

1. Ahmed, A. and D. Burke, *In-vitro of measurement of static pressure distribution in synovial joints—Part I: Tibial surface of the knee*. 1983.
2. Allingham, H.W., *The treatment of internal derangements of the knee-joint by operation*. 1889: Churchill.
3. Annandale, T., *An operation for displaced semilunar cartilage*. British medical journal, 1885. 1(1268): p. 779.
4. Annandale, T., *An address on internal derangements of the knee-joint and their treatment by operation*. British medical journal, 1887. 1(1363): p. 319.
5. Annandale, T., *Excision of the internal semilunar cartilage, resulting in perfect restoration of the joint-movements*. British medical journal, 1889. 1(1467): p. 291.
6. Aschenbrenner, I. and P.D.P. Biberthaler. *Meniskusläsion*. 2012 21.03.2020]; Available from: <https://www.dgu-online.de/patienten/haeufige-diagnosen/sportler/meniskuslaesion.html>.
7. Baker, P., et al., *Sports injury, occupational physical activity, joint laxity, and meniscal damage*. The Journal of rheumatology, 2002. 29(3): p. 557-563.
8. Baynat, C., et al., *Actifit® synthetic meniscal substitute: Experience with 18 patients in Brest, France*. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 2014. 100(8): p. S385-S389.
9. Becker, R., et al., *S2k-Leitlinie Meniskuserkrankung*. Im Internet: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/033-006l_S2k_Meniskuserkrankungen_2015-07.pdf, 2015.
10. Bellamy, E., *The Treatment of Internal Derangements of the Knee-Joint by Operation*. Br Med J, 1890. 2(1550): p. 627-627.
11. Binfield, P., N. Maffulli, and J. King, *Patterns of meniscal tears associated with anterior cruciate ligament lesions in athletes*. Injury, 1993. 24(8): p. 557-561.
12. Bouyarmane, H., et al., *Polyurethane scaffold in lateral meniscus segmental defects: clinical outcomes at 24 months follow-up*. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 2014. 100(1): p. 153-157.
13. Brittberg, M. and C.S. Winalski, *Evaluation of cartilage injuries and repair*. JBJS, 2003. 85(suppl_2): p. 58-69.

14. Bulgheroni, P., et al., *Follow-up of collagen meniscus implant patients: clinical, radiological, and magnetic resonance imaging results at 5 years*. The Knee, 2010. 17(3): p. 224-229.
15. Bundesamt, S., *Gesundheit, Diagnosedaten der Patienten und Patientinnen in Krankenhäusern (einschließlich Sterbe-und Stundenfälle)*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, 2015.
16. Chatain, F., et al., *The natural history of the knee following arthroscopic medial meniscectomy*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2001. 9(1): p. 15-18.
17. Claret, G., et al., *The effect of percutaneous release of the medial collateral ligament in arthroscopic medial meniscectomy on functional outcome*. The Knee, 2016. 23(2): p. 251-255.
18. Cooper, C., M.K. Javaid, and N. Arden, *Epidemiology of osteoarthritis*, in *Atlas of osteoarthritis*. 2014, Springer. p. 21-36.
19. COTOI, A.-I., et al., *3 Tesla Magnetic Resonance Imaging Role in Articular Degenerative Pathology*. Current health sciences journal, 2018. 44(3): p. 299.
20. Cross, M., et al., *The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the global burden of disease 2010 study*. Annals of the rheumatic diseases, 2014. 73(7): p. 1323-1330.
21. De Coninck, T., et al., *Two-year follow-up study on clinical and radiological outcomes of polyurethane meniscal scaffolds*. The American journal of sports medicine, 2013. 41(1): p. 64-72.
22. DeMaio, M., *Giants of orthopaedic surgery: Masaki Watanabe MD*. Clinical Orthopaedics and Related Research®, 2013. 471(8): p. 2443-2448.
23. Dhollander, A., P. Verdonk, and R. Verdonk, *Treatment of painful, irreparable partial meniscal defects with a polyurethane scaffold: midterm clinical outcomes and survival analysis*. The American journal of sports medicine, 2016. 44(10): p. 2615-2621.
24. Drobnic, M., et al., *Treatment options for the symptomatic post-meniscectomy knee*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019. 27(6): p. 1817-1824.
25. Drucker, C.B., *Surgery Issue: Ambroise Paré and the Birth of the Gentle Art of Surgery*. The Yale journal of biology and medicine, 2008. 81(4): p. 199.
26. Dürselen, L. and M. Freutel, *Biomechanik des Meniskus*. Orthopädie und Unfallchirurgie up2date, 2015. 10(03): p. 215-227.
27. Efe, T., et al., *The safety and short-term efficacy of a novel polyurethane meniscal scaffold for the treatment of segmental medial meniscus deficiency*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2012. 20(9): p. 1822-1830.

28. Englund, M., et al., *Incidental meniscal findings on knee MRI in middle-aged and elderly persons*. New England Journal of Medicine, 2008. 359(11): p. 1108-1115.
29. Englund, M., et al., *Evidence that meniscus damage may be a component of osteoarthritis: the Framingham study*. Osteoarthritis Cartilage, 2016. 24(2): p. 270-3.
30. Evans, D.K., *Repeated regeneration of a meniscus in the knee*. The Journal of bone and joint surgery. British volume, 1963. 45(4): p. 748-749.
31. Fairbank, T., *Knee joint changes after meniscectomy*. The Journal of bone and joint surgery. British volume, 1948. 30(4): p. 664-670.
32. Faivre, B., et al., *Actifit(R) scaffold implantation: Influence of preoperative meniscal extrusion on morphological and clinical outcomes*. Orthop Traumatol Surg Res, 2015. 101(6): p. 703-8.
33. Field, A., *Discovering statistics using SPSS*. London: UK, 2009: p. 324-342; 687-725.
34. Filardo, G., et al., *Polyurethane-based cell-free scaffold for the treatment of painful partial meniscus loss*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2017. 25(2): p. 459-467.
35. Flandry, F., et al., *Analysis of subjective knee complaints using visual analog scales*. The American journal of sports medicine, 1991. 19(2): p. 112-118.
36. Fowler, P.J. and J.A. Lubliner, *The predictive value of five clinical signs in the evaluation of meniscal pathology*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 1989. 5(3): p. 184-186.
37. Gale, D., et al., *Meniscal subluxation: association with osteoarthritis and joint space narrowing*. Osteoarthritis and Cartilage, 1999. 7(6): p. 526-532.
38. Gelber, P.E., et al., *Partial meniscus substitution with a polyurethane scaffold does not improve outcome after an open-wedge high tibial osteotomy*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2015. 23(1): p. 334-339.
39. Genovese, E., et al., *Follow-up of collagen meniscus implants by MRI*. La radiologia medica, 2007. 112(7): p. 1036-1048.
40. Gillquist, J. and K. Messner, *Anterior cruciate ligament reconstruction and the long term incidence of gonarthrosis*. Sports Medicine, 1999. 27(3): p. 143-156.
41. Glinz, W., *DIAGNOSTISCHE ARTHOSKOPIE UND ARTHROSKOPISCHE OPERATIONEN: ERFAHRUNGEN BEI 500 KNEIARTHROSKOPIEN*. 1979.
42. Grassi, A., et al., *Clinical outcomes and complications of a collagen meniscus implant: a systematic review*. International orthopaedics, 2014. 38(9): p. 1945-1953.

43. Gruchenberg, K., et al., *In vivo performance of a novel silk fibroin scaffold for partial meniscal replacement in a sheep model*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2015. 23(8): p. 2218-2229.
44. Gückel, C., et al., *Spin-echo and 3D gradient-echo imaging of the knee joint: a clinical and histopathological comparison*. European journal of radiology, 1995. 21(1): p. 25-33.
45. Guermazi, A., et al., *Prevalence of abnormalities in knees detected by MRI in adults without knee osteoarthritis: population based observational study (Framingham Osteoarthritis Study)*. Bmj, 2012. 345: p. e5339.
46. Guermazi, A., et al., *MRI-based semiquantitative scoring of joint pathology in osteoarthritis*. Nature Reviews Rheumatology, 2013. 9(4): p. 236.
47. Gurlt, E.J., *Beiträge zur vergleichenden pathologischen Anatomie der Gelenkkrankheiten*. 1853: Walter De Gruyter Incorporated.
48. Heartbeat. *Knee Society Score - KSS*. n.d. March 7, 2020]; Available from: <https://heartbeat-med.com/de/wiki/knee-society-score/#>.
49. Hemmerich, W.A. *StatistikGuru: Chi-Quadrat-Test mit Zellhäufigkeiten unter 5 berechnen*. 2018 February 25, 2020]; Available from: <https://statistikguru.de/spss/chi-quadrat-test-unabhaengigkeit/minimum-zellhaeufigkeiten.html>.
50. Hempfling, H. and V. Krenn, *Meniskus, Diskus, Bandscheiben, Labrum, Ligamente, Sehnen*. 2016: Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
51. Hernigou, P., *Ambroise Paré II: Paré's contributions to amputation and ligature*. International orthopaedics, 2013. 37(4): p. 769-772.
52. Houck, D.A., et al., *Similar clinical outcomes following collagen or polyurethane meniscal scaffold implantation: a systematic review*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2018. 26(8): p. 2259-2269.
53. Ikeuchi, H., *Arthroscopic treatment of the discoid lateral meniscus. Technique and long-term results*. Clinical orthopaedics and related research, 1982(167): p. 19-28.
54. Insall, J.N., et al., *Rationale of the Knee Society clinical rating system*. Clin Orthop relat res, 1989. 248(248): p. 13-14.
55. Jackson, R., *Memories of the early days of arthroscopy: 1965–1975. The formative years*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 1987. 3(1): p. 1-3.
56. Jackson, R.W., *The introduction of arthroscopy to North America*. Clinical Orthopaedics and Related Research®, 2000. 374: p. 183-186.

57. Jackson, R.W., *A history of arthroscopy*. Arthroscopy, 2010. 26(1): p. 91-103.
58. Jeong, H.-J., S.-H. Lee, and C.-S. Ko, *Meniscectomy*. Knee surgery & related research, 2012. 24(3): p. 129.
59. Keller, K. and M. Engelhardt, *Geschichtlicher Wandel der Meniskuschirurgie-Veränderungen in Krankheitsverständnis, Operationstechniken und Komplikationen*. Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie, 2015. 153(03): p. 259-266.
60. KING, D. and J.J. Niebauer, *The healing of semilunar cartilages*. Clinical Orthopaedics and Related Research®, 1990. 252: p. 4-7.
61. King, M.K. and W.S. Hotchkiss, *Injuries to the semilunar cartilages of the knee joint*. The American Journal of Surgery, 1947. 73(5): p. 544-550.
62. Koenig, J.H., et al., *Meniscal root tears: diagnosis and treatment*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 2009. 25(9): p. 1025-1032.
63. Kohn, D. and F. Adam, *Orthopädie und orthopädische Chirurgie: Knie : 67 Tabellen / hrsg. von Dieter Kohn. Mit Beitr. von F. Adam*. 2005: Thieme.
64. Kraeutler, M.J., et al., *Intra-articular implantation of mesenchymal stem cells, part 2: a review of the literature for meniscal regeneration*. Orthopaedic journal of sports medicine, 2017. 5(1): p. 2325967116680814.
65. Krause, W., et al., *Mechanical changes in the knee after meniscectomy*. The Journal of bone and joint surgery. American volume, 1976. 58(5): p. 599-604.
66. Kurth, B., *Gesundheit in Deutschland: Gesundheitsberichterstattung des Bundes: gemeinsam getragen von RKI und DESTATIS*. Berlin: Robert Koch-Institut, 2015.
67. Lee, H.I., D. Park, and J. Cho, *Clinical and Radiological Results with Second-Look Arthroscopic Findings after Open Wedge High Tibial Osteotomy without Arthroscopic Procedures for Medial Meniscal Root Tears*. Knee Surg Relat Res, 2018. 30(1): p. 34-41.
68. Leroy, A., et al., *Actifit® polyurethane meniscal scaffold: MRI and functional outcomes after a minimum follow-up of 5 years*. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 2017. 103(4): p. 609-614.
69. Link, T.M., et al., *Osteoarthritis: MR imaging findings in different stages of disease and correlation with clinical findings*. Radiology, 2003. 226(2): p. 373-381.
70. Lynch, T., et al., *Bone abnormalities of the knee: prevalence and significance at MR imaging*. Radiology, 1989. 171(3): p. 761-766.
71. McMurray, T., *The semilunar cartilages*. British Journal of Surgery, 1942. 29(116): p. 407-414.

72. Mesiha, M., et al., *Pathologic characteristics of the torn human meniscus*. The American journal of sports medicine, 2007. 35(1): p. 103-112.
73. Miller JR, D.B., *Arthroscopic meniscus repair*. The American journal of sports medicine, 1988. 16(4): p. 315-320.
74. Monllau, J.C., et al., *Magnetic Resonance Imaging and Functional Outcomes After a Polyurethane Meniscal Scaffold Implantation: Minimum 5-Year Follow-up*. Arthroscopy, 2018. 34(5): p. 1621-1627.
75. Mosser, P., D. Kohn, and O. Lorbach, *Operative Therapie von Meniskuserkrankungen*. German Journal of Sports Medicine/Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 2015. 66(4).
76. Nawabi, D.H., et al., *Return to play after lateral meniscectomy compared with medial meniscectomy in elite professional soccer players*. The American journal of sports medicine, 2014. 42(9): p. 2193-2198.
77. Noble, P.C., et al., *Development of a new Knee Society scoring system*. Clinical Orthopaedics and Related Research®, 2012. 470(1): p. 20-32.
78. Pena, E., et al., *Why lateral meniscectomy is more dangerous than medial meniscectomy. A finite element study*. J Orthop Res, 2006. 24(5): p. 1001-10.
79. Rauschmann, M., et al., *Die Geschichte der Meniskus Chirurgie*. Der Orthopäde, 2000. 29(12): p. 1044-1054.
80. Reed, M.E., et al., *3.0-Tesla MRI and arthroscopy for assessment of knee articular cartilage lesions*. Orthopedics, 2013. 36(8): p. e1060-e1064.
81. Reicher, M., et al., *Meniscal injuries: detection using MR imaging*. Radiology, 1986. 159(3): p. 753-757.
82. Riede, U.-N. and M. Werner, *Allgemeine und spezielle Pathologie*. 2017: Springer-Verlag.
83. Rodkey, W.G., et al., *Comparison of the collagen meniscus implant with partial meniscectomy: a prospective randomized trial*. JBJS, 2008. 90(7): p. 1413-1426.
84. Röntgen, W.C., *Wilhelm Conrad Röntgen: Über eine neue Art von Strahlen. Drei Aufsätze über die Entdeckung der Röntgenstrahlen*. 2012: SEVERUS Verlag.
85. Roos, E.M., et al., *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)—development of a self-administered outcome measure*. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 1998. 28(2): p. 88-96.
86. Salata, M.J., A.E. Gibbs, and J.K. Sekiya, *A systematic review of clinical outcomes in patients undergoing meniscectomy*. The American journal of sports medicine, 2010. 38(9): p. 1907-1916.

87. Schneider, O., et al., *Inzidenz von Kniegelenkverletzungen*. Der Orthopäde, 2016. 45(12): p. 1015-1026.
88. Schünke, M., et al., *Prometheus Lernatlas - Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. 1:20 Kniegelenk: Menisken. 2018, Stuttgart New York: Thieme. 632.
89. Schüttler, K.F., et al., *Improvement in outcomes after implantation of a novel polyurethane meniscal scaffold for the treatment of medial meniscus deficiency*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2015. 23(7): p. 1929-1935.
90. Steadman, J.R. and W.G. Rodkey, *Tissue-engineered collagen meniscus implants: 5-to 6-year feasibility study results*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 2005. 21(5): p. 515-525.
91. Stein, T., et al., *Long-term outcome after arthroscopic meniscal repair versus arthroscopic partial meniscectomy for traumatic meniscal tears*. The American journal of sports medicine, 2010. 38(8): p. 1542-1548.
92. Strobel, M., *Kniegelenk—Allgemeiner Teil*, in *Arthroskopische Chirurgie*. 1998, Springer. p. 3-103.
93. Strobel, M. and H.-W. Stedtfeld, *Diagnostic evaluation of the knee*. 2012: Springer Science & Business Media.
94. Takagi, K., *The classic. Arthroscope*. Kenji Takagi. J. Jap. Orthop. Assoc., 1939. 1982.
95. Tanamas, S., et al., *Does knee malalignment increase the risk of development and progression of knee osteoarthritis? A systematic review*. Arthritis Care & Research: Official Journal of the American College of Rheumatology, 2009. 61(4): p. 459-467.
96. Teichtahl, A.J., et al., *The longitudinal relationship between changes in body weight and changes in medial tibial cartilage, and pain among community-based adults with and without meniscal tears*. Annals of the rheumatic diseases, 2014. 73(9): p. 1652-1658.
97. Terwee, C., et al., *Instruments to assess physical activity in patients with osteoarthritis of the hip or knee: a systematic review of measurement properties*. Osteoarthritis and cartilage, 2011. 19(6): p. 620-633.
98. Thorlund, J.B., et al., *Patient reported outcomes in patients undergoing arthroscopic partial meniscectomy for traumatic or degenerative meniscal tears: comparative prospective cohort study*. Bmj, 2017. 356: p. j356.
99. Verdonk, R., J.E. Mendes, and J.C. Monllau, *Meniscal transplantation*. 2013: Springer Science & Business Media.

100. Verdonk, R., et al., *Tissue ingrowth after implantation of a novel, biodegradable polyurethane scaffold for treatment of partial meniscal lesions*. Am J Sports Med, 2011. 39(4): p. 774-82.
101. Vrancken, A.C., et al., *In vivo performance of a novel, anatomically shaped, total meniscal prosthesis made of polycarbonate urethane: a 12-month evaluation in goats*. The American journal of sports medicine, 2017. 45(12): p. 2824-2834.
102. Vrancken, A.C.T., P. Buma, and T.G. van Tienen, *Synthetic meniscus replacement: a review*. International orthopaedics, 2013. 37(2): p. 291-299.
103. Waldt, S., M. Eiber, and K. Wörtler, *Messverfahren und Klassifikationen in der muskuloskelettalen Radiologie*. 2011: Georg Thieme Verlag.
104. Watanabe, M., *Memories of the early days of arthroscopy*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 1986. 2(4): p. 209-214.
105. Wesseling, J., et al., *Identifying trajectories of pain severity in early symptomatic knee osteoarthritis: a 5-year followup of the Cohort Hip and Cohort Knee (CHECK) study*. The Journal of rheumatology, 2015. 42(8): p. 1470-1477.
106. Zaffagnini, S., et al., *Arthroscopic collagen meniscus implant results at 6 to 8 years follow up*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2007. 15(2): p. 175-183.
107. Zaffagnini, S., et al., *MRI evaluation of a collagen meniscus implant: a systematic review*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015. 23(11): p. 3228-37.
108. Zaffagnini, S., et al., *Prospective long-term outcomes of the medial collagen meniscus implant versus partial medial meniscectomy: a minimum 10-year follow-up study*. The American journal of sports medicine, 2011. 39(5): p. 977-985.

8 Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. Turgay Efe, danke ich ganz herzlich für die Überlassung des interessanten Themas und die Möglichkeit, meine Promotion durchzuführen.

Weiterhin gilt mein Dank Herrn Dr.med. Karl-Friedrich Schüttler, für die hervorragende Betreuung während dieser Arbeit.

Ich danke weiterhin allen meinen Freunden, die mich während der Durchführung und Auswertung dieser Arbeit unterstützt haben und mir moralischen beistanden.

Ein ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern und meinen Schwestern, die immer an mich geglaubt, mich gefördert und mich unterstützt haben.

Danken möchte ich außerdem allen Patienten, die die Bereitschaft und Geduld gezeigt haben, an dieser Studie teilzunehmen. Ohne Sie hätte ich diese Dissertation nicht Fertigstellen können.

9 Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer waren die folgenden Damen und Herren in Marburg:

Adamkiewicz, Arndt, Arnold, Arruth, Baranovski, Bartsch, Baum, Becker, Best, Beyer, Bien, Bliemel, Breder, Brehm, Brödje, Carl, Cetin, Cordes, Czubayko, Daut, Dodel, Dolnik, Donner-Banzhoff, Eickmann, Engenhardt-Cabillic, Falkenberg, Feuser, Friederichs, Fritz, Fuchs-Winkelmann, Geraedts, Gress, Grosse, Göbert, Haberhausen, Hertel, Herz, Hey, Hilt, Hofmann, Hoyer, Hundt, Jerrentrup, Josephs, Kalmus, Kann, Kampmann, Karger, Keller, Kill, Kinscherf, Kircher, Kluge, Klose, Krones, Kruse, König, Lechler, Leson, Leube, Lohoff, Luster, Mahnken, Maier, Maisner, Moll, Möller, Mueller, Müller, Neubauer, Neumüller, Nimsky, Nocker, Oberkircher, Oertel, Oliver, Opitz, Ossendorf, Pagenstecher, Peterlein, Plant, Preisig-Müller, Reese, Renz, Richter, Riera-Knorrenschild, Ruchholz, Roelcke, Sahmland, Schratt, Schieffer, Schindler, Schweller, Schäfer, Schönbauer, Schüttler, Seifart, Sekundo, Shams-Eldin, Sevinc, Stahl, Steiniger, Steinmetzer, Stibane, Stief, Stiewe, Strecker, Stuck, Tackenberg, Thieme, Thum, Timmermann, Timmesfeld, Toussant, Ulrich, Vogelmeier, Vogt, Vojnar, Völliger, Wagner, Wahl, Weihe, Weisser, Wilhelm, Wrocklage, Wollmer, Wulf, Zavorotnyy

Meine akademischen Lehrer waren die folgenden Herren in Gießen:

Rieße und Schneider

Meine akademischen Lehrer waren die folgenden Damen und Herren in Bozen:

Brugger, Ferrara, Fissneider, Kompatscher, La Guardia, Linares, Martin, Marinello, Memminger, Meyr, Morandell, Müller, Perkmann, Zaraca

Meine akademischen Lehrer waren die folgenden Damen und Herren in Bern:

Bachofen, Becker, Bigler, Brusa, Bühlmann, Carrel Thierry, Eigenmann, Englberger, Farinha, Geppert, Gisler, Hurni, Kadner, Kohler, Loup, Makaloski, Pasch, Pasic, Reich, Reineke, Roost, Schmidli, Schönhoff, Widmer, Wyss und Wyss

Meine akademischen Lehrer waren die folgenden Damen und Herren in Bremen:

Aslani-Evers, Hofer, Meyer-Heithuis, Neumann, Pox, Siemer

10 Anhang

Um die weitere Kommunikation zu erleichtern, möchten wir Sie bitten, nachfolgend Ihre Handynummer und eMail-Adresse anzugeben.

Name	
Handynummer	
eMail-Adresse	

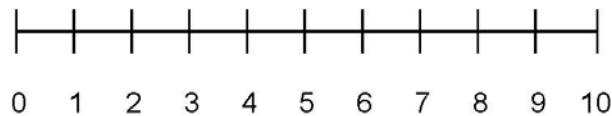
UCLA-Aktivitätsscore

Anleitung: Bitte markieren Sie in der folgenden Tabelle, welche der Beschreibungen **ZUM JETZIGEN ZEITPUNKT** am ehesten auf Sie zutrifft. Bei Unklarheiten oder Überschneidungen markieren Sie bitte das **HÖCHSTMÖGLICHE** Niveau.

▼	Beschreibung	
<input type="radio"/>	10 - Wettkampf bzw. Leistungssport	Regelmäßige Teilnahme an Aufprallsportarten („impact“) wie Joggen, Tennis, Skifahren, Turnen, Ballett, starke körperliche Arbeit, Fußball
<input type="radio"/>	9 - Wettkampfsport	Gelegentliche Teilnahme an Aufprallsportarten („impact“)
<input type="radio"/>	8 - Wettkampfsport	Regelmäßige Teilnahme an sehr aktiven Sportarten wie Bowling, Golf („very active“)
<input type="radio"/>	7 - Freizeitsport	Regelmäßige Teilnahme an sportlichen Aktivitäten wie Radfahren („active“)
<input type="radio"/>	6 - Freizeitsport/Arbeit	Regelmäßige Teilnahme an gemäßigten Aktivitäten wie Schwimmen und unbegrenzte Haus/-Gartenarbeit („moderate“)
<input type="radio"/>	5 - Freizeitsport/Arbeit	Gelegentliche Teilnahme an gemäßigten Aktivitäten („moderate“)
<input type="radio"/>	4 - Geringere Aktivitäten	Regelmäßige Teilnahme an leichten Aktivitäten wie Spaziergehen, begrenzter Haus/-Gartenarbeit oder begrenztem Einkaufen („mild“)
<input type="radio"/>	3 - Geringere Aktivitäten	Gelegentliche Teilnahme an leichten Aktivitäten („mild“)
<input type="radio"/>	2 - Größtenteils inaktiv	Beschränkt auf die minimalen Aktivitäten des täglichen Lebens
<input type="radio"/>	1 - Absolut inaktiv	Abhängig von Mitmenschen, bettlägerig oder nicht in der Lage, das Haus zu verlassen

Visuelle Analogskala

Anleitung: Markieren Sie bitte mit einem Strich, wie stark Sie den Schmerz in Ihrem Kniegelenk **ZUM JETZIGEN ZEITPUNKT** empfinden.



KOOS-Score

ANLEITUNG: Dieser Ankreuzbogen befragt Sie, welchen Eindruck Sie von Ihrem Knie haben. Die dadurch gewonnene Information wird uns helfen zu überwachen, wie es Ihnen mit Ihrem Knie geht und wie gut Sie in der Lage sind, Ihre üblichen Aktivitäten zu verrichten. Beantworten Sie bitte jede Frage durch Ankreuzen des zugehörigen Kästchens. Bitte nur ein Kästchen pro Frage ankreuzen. Wenn Sie sich unsicher sind, wie Sie die Frage beantworten sollen, wählen Sie die Antwort aus, die Ihnen am zutreffendsten erscheint.

Symptome

Diese Fragen beziehen sich auf Beschwerden von Seiten Ihres Kniegelenkes **IN DER VERGANGENEN WOCHE**.

S1. Haben Sie Schwellungen an Ihrem Knie?

Niemals	Selten	Manchmal	Oft	Immer
---------	--------	----------	-----	-------

S2. Fühlen Sie manchmal ein Mahlen, hören Sie manchmal ein Klicken oder irgendein Geräusch, wenn Sie Ihr Knie bewegen?

Niemals	Selten	Manchmal	Oft	Immer
---------	--------	----------	-----	-------

S3. Bleibt Ihr Knie manchmal hängen oder blockiert es, wenn Sie es bewegen?

Niemals	Selten	Manchmal	Oft	Immer
---------	--------	----------	-----	-------

S4. Können Sie Ihr Knie ganz ausstrecken?

Niemals	Selten	Manchmal	Oft	Immer
---------	--------	----------	-----	-------

S5. Können Sie Ihr Knie ganz beugen?

Niemals	Selten	Manchmal	Oft	Immer
---------	--------	----------	-----	-------

Steifigkeit

Die nachfolgenden Fragen betreffen die Steifigkeit Ihres Kniegelenkes. Unter Steifigkeit versteht man ein Gefühl der Einschränkung oder Verlangsamung der Fähigkeit, Ihr

Kniegelenk zu bewegen. Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Steifigkeit angeben, welche Sie in ihrem Kniegelenk **INNERHALB DER LETZEN WOCHE** verspürt haben.

S6. Wie stark ist Ihre KniestEIFigkeit morgens direkt nach dem Aufstehen?

Keine	Schwach	Mäßig	Stark	Sehr Stark
-------	---------	-------	-------	------------

S7. Wie stark ist Ihre KniestEIFigkeit nach dem Sie saßen, lagen, oder sich ausruhten im Verlauf des Tages?

Keine	Schwach	Mäßig	Stark	Sehr Stark
-------	---------	-------	-------	------------

Schmerzen

Diese Fragen beziehen sich auf Beschwerden von Seiten Ihres Kniegelenkes **IN DER VERGANGENEN WOCHE**.

P1. Wie oft tut Ihnen Ihr Knie weh?

Niemals	Monatlich	Wöchentlich	Täglich	Immer
---------	-----------	-------------	---------	-------

Wie ausgeprägt waren Ihre Schmerzen in der vergangenen Woche als Sie z.B:

P2. sich im Knie drehen?

Keine	Schwach	Mäßig	Stark	Sehr Stark
-------	---------	-------	-------	------------

P3. Ihr Knie ganz ausstrecken?

Keine	Schwach	Mäßig	Stark	Sehr Stark
-------	---------	-------	-------	------------

P4. Ihr Knie ganz beugen?

Keine	Schwach	Mäßig	Stark	Sehr Stark
-------	---------	-------	-------	------------

P5. auf ebenem Boden gehen?

Keine	Schwach	Mäßig	Stark	Sehr Stark
-------	---------	-------	-------	------------

P6. Treppen herauf oder heruntergehen?

Keine	Schwach	Mäßig	Stark	Sehr Stark
-------	---------	-------	-------	------------

P7. nachts im Bett liegen?

Keine	Schwach	Mäßig	Stark	Sehr Stark
-------	---------	-------	-------	------------

P8. saßen oder lagen, z.B. auf der Couch?

Keine	Schwach	Mäßig	Stark	Sehr Stark
-------	---------	-------	-------	------------

P9. aufrecht standen?

Keine	Schwach	Mäßig	Stark	Sehr Stark
-------	---------	-------	-------	------------

Aktivitäten des täglichen Lebens

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Leistungsfähigkeit. Hierunter verstehen wir Ihre Fähigkeit, sich selbständig zu bewegen bzw. sich selbst zu versorgen. Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeiten angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk **INNERHALB DER LETZTEN WOCHE** erfahren haben.

Welche Schwierigkeiten hatten Sie letzte Woche als Sie z.B.:

A1. Treppen herunterstiegen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A2. Treppen hinaufstiegen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A3. vom Sitzen aufstanden?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A4. standen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A5. sich bückten, um z.B. etwas vom Boden aufzuheben?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A6. auf ebenen Boden gingen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A7. ins Auto ein- oder ausstiegen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A8. einkaufen gingen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A9. Strümpfe/Socken anzogen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A10. vom Bett aufstanden?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A11. Strümpfe/Socken auszogen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A12. im Bett lagen und sich drehten, ohne das Knie dabei zu beugen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A13. in oder aus der Badewanne kamen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A14. saßen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A15. sich auf die Toilette setzten oder aufstanden?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A16. schwere Hausarbeit verrichteten (schrubben, Garten umgraben, ...)?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

A17. leichte Hausarbeit verrichteten (Staub wischen, kochen, ...)?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

Sport und Freizeit

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Belastbarkeit im Rahmen eher sportlicher Aktivitäten. Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeiten angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk **INNERHALB DER LETZTEN WOCHE** erfahren haben.

Hatten Sie letzte Woche Schwierigkeiten, als Sie z.B.:

SP1. in die Hocke gingen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

SP2. rannten?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

SP3. hüpfen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

SP4. sich auf Ihrem kranken Knie umdrehen?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

SP5. sich hinknieten?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

Beeinflussung der Lebensqualität durch das betroffene Knie

Q1. Wie oft spüren Sie Ihr erkranktes Knie?

Nie	Monatlich	Wöchentlich	Täglich	Immer
-----	-----------	-------------	---------	-------

Q2. Haben Sie Ihre Lebensweise verändert, um eventuell Ihrem Knie schadende Tätigkeiten zu vermeiden?

Nein	Wenig	Etwas	Stark	Vollständig
------	-------	-------	-------	-------------

Q3. Wie sehr macht es Ihnen zu schaffen, dass Ihr Knie nicht stabil ist?

Gar Nicht	Wenig	Einiges	Schlimm	Sehr schlimm
-----------	-------	---------	---------	--------------

Q4. Wie würden Sie insgesamt die Schwierigkeiten bewerten die Sie durch das Knie haben?

Keine	Wenig	Einige	Große	Sehr Große
-------	-------	--------	-------	------------

KSS-Score

Anleitung: Bitte kreuzen Sie nachfolgend die jeweils zutreffendsten Antworten an.

A. Kniescore

Haben sie Schmerzen?

- ▼
- ☐ Kein Schmerz
 - ☐ Leicht oder gelegentlich
 - ☐ Nur beim Treppensteigen
 - ☐ Beim Gehen und Treppensteigen
 - ☐ Mäßiger Schmerz
 - ☐ Gelegentlich
 - ☐ Ständig
 - ☐ Starker Schmerz

B. Funktionsscore

Wie lang ist Ihre Maximale Gehstrecke?

- ▼
- ☐ Unbegrenzt
 - ☐ Über 1000m
 - ☐ 500m bis 1000m
 - ☐ Weniger als 500m
 - ☐ Hausgebunden
 - ☐ Gehunfähig

Wie steigen Sie zur Zeit Treppen?

- ▼
- ☐ Normal hoch und herunter
 - ☐ Normal hoch, herunter mit Geländer
 - ☐ Hoch und herunter mit Geländer
 - ☐ Hoch mit Geländer, herunter unmöglich
 - ☐ Unmöglich

Benutzen Sie Hilfsmittel?



- ☐ Nein
- ☐ 1 Gehstock
- ☐ 2 Gehstöcke
- ☐ Gehstützen (Krücken) oder Gehwagen

Fragebogen zu Kniebeschwerden

Anleitung: Sie werden gebeten, nachfolgend die Stärke Ihrer Schmerzen, Ihre Steifigkeit oder Behinderung anzugeben. Bitte vergessen Sie nicht, je mehr rechts Sie das „X“ ankreuzen, umso mehr Schmerzen, Steifigkeit oder Behinderung haben Sie.

Schmerzfragen

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Stärke Ihrer Schmerzen, die Sie im kranken Knie haben. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Schmerzen an, die Sie **IN DEN LETZTEN ZWEI TAGEN** verspürt haben (Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an).

Wie starke Schmerzen haben Sie während der folgenden Aktivitäten?

1. Gehen auf ebenem Boden

Keine Schmerzen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Extreme Schmerzen

2. Treppen hinauf- oder hinuntersteigen

Keine Schmerzen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Extreme Schmerzen

3. Nachts im Bett

Keine Schmerzen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Extreme Schmerzen

4. Sitzen oder liegen

Keine Schmerzen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Extreme Schmerzen

5. Aufrecht stehen

Keine Schmerzen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Extreme Schmerzen

Fragen zur Steifigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Steifigkeit (nicht die Schmerzen) Ihres kranken Knies. Steifigkeit ist ein Gefühl von Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit, wenn Sie Ihre Gelenke bewegen. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Steifigkeit an, die Sie **IN DEN LETZTEN ZWEI TAGEN** verspürt haben (Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an).

10. Aufstehen vom Bett

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

11. Socken/Strümpfe ausziehen

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

12. Liegen im Bett

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

13. Ins Bad/aus dem Bad steigen

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

14. Sitzen

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

15. Sich auf die Toilette setzen/Aufstehen von der Toilette

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

16. Anstrengende Hausarbeiten

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

17. Leichte Hausarbeiten

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

Rauchen Sie?

Sind Sie Diabetiker?

Welchen Beruf üben Sie aus?

Ja	Nein
Ja	Nein

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen nur, wenn die Operation bereits erfolgt und dies eine Nachkontrolle ist.

Wie lange waren sie arbeitsunfähig?

Sind Sie mit der Operation zufrieden?

Würden Sie sich erneut operieren lassen?

Ja	Nein
Ja	Nein

Vielen Dank für die Beantwortung der Fragen.

1. Wie stark ist die Steifigkeit gerade nach dem Erwachen am Morgen?

Keine Steifigkeit ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Steifigkeit

2. Wie stark ist Ihre Steifigkeit nach Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages?

Keine Steifigkeit ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Steifigkeit

Fragen zur körperlichen Tätigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Tätigkeit. Damit ist Ihre Fähigkeit gemeint, sich im Alltag zu bewegen und um sich selbst zu kümmern. Bitte geben Sie für jede der folgenden Aktivitäten den Schwierigkeitsgrad an, den Sie **IN DEN LETZTEN ZWEI TAGEN** wegen Beschwerden in Ihrem kranken Knie gespürt haben (Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an).

Wie groß ist Ihre Schwierigkeit bei den folgenden Aktivitäten?

1. Treppen hinuntersteigen

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

2. Treppen hinaufsteigen

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

3. Aufstehen vom Sitzen

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

4. Stehen

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

5. Sich zum Boden bücken

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

6. Gehen auf ebenem Boden

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

7. Einsteigen ins Auto/Aussteigen aus dem Auto

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

8. Einkaufen gehen

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

9. Socken/Strümpfe anziehen

Keine Schwierigkeiten ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Extreme Schwierigkeiten

**Sehr geehrte Patientin,
sehr geehrter Patient,**

sollte diese Seite versehentlich in Ihre Hände fallen, so überblättern Sie sie einfach – sie dient lediglich Ihrem untersuchenden Arzt, um die von ihm durchgeführte Untersuchung an Ihrem Knie zu dokumentieren. Vielen Dank.

Meniskus-Zeichen

+

-

A. Kniescore

o rechts o links

I. Schmerzen:

kein Schmerz.....	o 50
leicht oder gelegentlich.....	o 45
nur beim Treppensteigen.....	o 40
beim Gehen und Treppensteigen.....	o 30
mäßiger Schmerz	
gelegentlich.....	o 20
ständig.....	o 10
starker Schmerz.....	o 0

II. Extension/Flexion:

1 Punkt pro 5°, max. 25 Punkte.....

III. Stabilität:

anterioposterior	< 5 mm.....	o 10
	5-10 mm.....	o 5
	> 10 mm.....	o 0
mediolateral	< 5°.....	o 15
	6°-9°.....	o 10
	10°-14°.....	o 5
	> 15°.....	o 0

IV. Abzüge:

Beugekontraktur:	unter 5°.....	o 0
	5° - 10°.....	o -2
	10° - 15°.....	o -5
	16° - 20°.....	o -10
	über 20°.....	o -15
Streckdefizit:	kein.....	o 0
	unter 10°.....	o -5
	10° - 20°.....	o -10
	über 20°.....	o -15
Valguseinstellung:	5° - 10° (normal).....	o 0
	4° oder 11°.....	o -3
	3° oder 12°.....	o -6
	2° oder 13°.....	o -9
	1° oder 14°.....	o -12
	0° oder 15°.....	o -15
	Varus oder >15°.....	o -20

B. Funktionsscore

I. Gehstrecke:

unbegrenzt.....	o 50
über 1000 m.....	o 40
500 - 1000 m.....	o 30
weniger als 500 m.....	o 20
hausgebunden.....	o 10
gehunfähig.....	o 0

II. Treppensteigen:

normal hoch und herunter.....	o 50
normal hoch, herunter mit Geländer.....	o 40
hoch und herunter mit Geländer.....	o 30
hoch mit Geländer, herunter unmöglich.....	o 15
unmöglich.....	o 0

III. Abzüge:

1 Gehstock.....	o -5
2 Gehstöcke.....	o -10
Gehstützen oder Gehwagen.....	o -20